



Tugas Akhir

MO141326

Analisa Sedimentasi di Canal Water Intake, PLTGU, Grati Akibat Pergerakan Gelombang Dan Arus

Domas Wiladatu P

NRP. 4309 100 017

Dosen Pembimbing:

Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.

Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016



Final Project

MO141326

Sedimentation Analysis In Canal Water Intake, PLTGU, Grati Caused Wave and Current Movement

Domas Wiladatu P

NRP. 4309 100 017

Supervisors:

Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.

Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

Departement Of Ocean Engineering

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2016

**ANALISA SEDIMENTASI DI CANAL WATER INTAKE, PLTGU, GRATI
AKIBAT PERGERAKAN GELOMBANG DAN ARUS**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

Domas Wiladatu Praditya NRP.4309100017

Disetujui Oleh :

1. Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.

.....

2. Dr.Eng.Muhammad Zikra,S.T., M.Sc.

.....

3. Sholihin, S.T., M.T.

.....

4. R.Haryo Dwito A., S.T., M.Eng., Ph.D

.....

5. Drs. Mahmud Musta'in, M.Sc., Ph.D

.....



(Pembimbing 1)

(Pembimbing 2)

(Penguji 1)

(Penguji 2)

(Penguji 3)

SURABAYA, JULI 2016

**ANALISA SEDIMENTASI DI KANAL WATER INTAKE
PLTGU GRATI AKIBAT PERGERAKAN GELOMBANG
DAN ARUS**

Nama Mahasiswa : Domas Wiladatu P
NRP : 4309100017
Jurusan : Teknik Kelautan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.
Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Kebutuhan akan energi listrik terus mengalami peningkatan sampai saat ini, sehingga banyak perusahaan pembangkit listrik berkembang guna memenuhi kebutuhan tersebut. Salah satu dari pembangkit listrik tersebut adalah Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Grati. PLTGU Grati memiliki dua buah jetty sebagai kanal *water intake* yang berfungsi sebagai pintu masuk air laut yang dipompa dari Selat Madura menuju *steam turbin* pendingin mesin. Pengendapan material sedimen di sekitar kanal *water intake* mempengaruhi jumlah aliran air yang masuk menuju mesin pendingin, sehingga hampir setiap tahunnya diadakan pengerukan. Seiring berjalannya waktu, kanal mengalami pendangkalan sehingga dapat menyebabkan terganggunya proses pendinginan sistem karena debit aliran berkurang akibat dari pendangkalan. Untuk mengetahui laju pendangkalan, maka dilakukan perhitungan dengan bantuan program surfer 12 dan mike 21. Hasil perhitungan akumulasi volume sedimen yang diperoleh dari beberapa kondisi yang dipengaruhi oleh pure current dan wave current. Akumulasi volume sedimentasi yang diperoleh pada kondisi pure current dan wave current berturut-turut sebesar 35.698 m³ dan 7375.818 m³.

Kata Kunci: Kanal *Water Intake*, Laju Sedimentasi, Pure Current, Wave Current.

**SEDIMENTATION ANALYSIS IN CANAL WATER
INTAKE PLTGU GRATI CAUSED WAVE AND
CURRENT MOVEMENT**

Student Name : Domas Wiladatu P
Reg.number : 4309100017
Departement : Ocean Engineering ITS
Supervisors : Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.
Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

ABSTRACT

Electrical energy needs have increased until now, so many power companies are going to expand to meet those needs. One of those power plants is Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Grati. Grati power plants has two jetties as the canal water intake which used as the entrance of the pumped sea water from madura strait to the steam turbine engine coolant. Sedimentary material deposition around the canal water intake affects the amount of incoming water flow to the engine coolant, so dredging almost be held for often. Over the time, the canal intake goes to be silted, that caused a disturbance as the reducing of water flow rate in the cooling system. To determine the rate of siltation, the observed with mike 21 and surfer 12. The calculation result of sediments accumulated volume obtained from several conditions which influenced by the pure current and wave current. Accumulated sediment volume obtained in pure current and wave current condition are 35.698 m³ for pure current and 7375.818 m³ for wave and current

Keywords: Kanal *Water Intake*, Laju Sedimentasi, Pure Current, Wave Current.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
COVER PAGE.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.2. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA & DASAR TEORI	4
2.1. Landasan Teori	4
2.2. Sedimentasi.....	5
2.3. Sedimen dan Sifat-sifat sedimen.....	5
2.4. Transpor Sedimen dalam saluran terbuka.....	6
2.5. Pasang Surut	8
2.6. Batimetri	9
2.7. Persamaan hidrodinamika.....	9
2.8. Persamaan sedimen transport.....	11
2.9. Sand Transport Model	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	15

3.2. Metodologi Pengerjaan.....	17
BAB IV ANALISIS & PEMBAHASAN	19
4.1. Lokasi Studi.....	19
4.2. Peta Batimetri	20
4.3. Data Arus.....	20
4.4. Data Pasang Surut	22
4.5. Data Angin	23
4.6. Data Sedimen	25
4.7. Analisis dan permodelan	26
4.7.1. Meshing Lokasi Studi	26
4.7.2. Kondisi Batas Lingkungan.....	27
4.7.3. Model Hidrodinamika.....	29
4.8. Model Bed level change	38
4.8.1. Model Bed Level Change Pure Current	39
4.8.2. Model Bed Level Change Wave and Current	41
4.9. Volume Sedimentasi	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1. Kesimpulan.....	46
5.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN I	
LAMPIRAN II	
LAMPIRAN III	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Diagram Alir Pengerjaan Pemodelan dengan Mike 21	15
Gambar 4. 2 Lokasi Studi	19
Gambar 4.3 Peta Batimetri PLTGU Grati.....	20
Gambar 4.4 Lokasi Pengukuran Data Arus.....	21
Gambar 4. 5 Grafik Pasang Surut Dishidros (Karang Kleta).....	22
Gambar 4. 6 Grafik Pasang Surut Dishidros (Karang Kleta).....	22
Gambar 4. 7 Diagram Mawar Angin Tahun 2004-2014	23
Gambar 4. 8 Diagram Mawar Angin Juli 2014 - Agustus 2014	24
Gambar 4. 9 Diagram Mawar Angin Nopember 2014 - Desember 2014...	24
Gambar 4.10 Sketsa Kondisi Bangunan Jetty di PLTGU Grati)	26
Gambar 4. 11 Hasil Akhir Meshing.....	27
Gambar 4.12 Boundary Condition dari kanal water intake.....	28
Gambar 4.13 Model pasang surut musim barat saat pasang (pure current)..	30
Gambar 4.14 Model pasang surut musim barat saat surut (pure current)....	30
Gambar 4.15 Model pasang surut musim timur saat pasang (pure current)..	31
Gambar 4.16 Model pasang surut musim timur saat surut (pure current)....	31
Gambar 4.17 Model kec. arus musim barat saat pasang(pure current).....	32
Gambar 4.18 Model kec. arus musim barat saat surut(pure current).....	32
Gambar 4.19 Model kec. arus musim timur saat pasang(pure current)....	33
Gambar 4.20 Model kec. arus musim timur saat surut(pure current).....	33
Gambar 4.21 Model pasang surut musim barat saat pasang (wave current)..	34
Gambar 4.22 Model pasang surut musim barat saat surut (wave current)....	34
Gambar 4.23 Model pasang surut musim timur saat pasang (wave current)	35
Gambar 4.24 Model pasang surut musim timur saat surut (wave current).	35
Gambar 4.25 Model kec. arus musim barat saat pasang (wave current).....	36
Gambar 4.26 Model kec. arus musim barat saat surut (wave current).....	36
Gambar 4.27 Model Kec. Arus Musim Timur Saat Pasang(wave current)..	37
Gambar 4.28 Model Kec. Arus Musim timur Saat Surut(wave current).....	37
Gambar 4. 29 Model Bed Level Change Musim Barat Saat Pasang (pure current)	39
Gambar 4. 30 Model Bed Level Change Musim Barat Saat Surut (pure current).....	39

Gambar 4. 31 Model Bed Level Change Musim Timur Saat Pasang (pure current)....	40
Gambar 4. 32 Model Bed Level Change Musim Timur Saat Surut (pure current).....	40
Gambar 4. 33 Model Bed Level Change Musim Barat Saat Pasang (wave current)....	41
Gambar 4. 34 Model Bed Level Change Musim Barat Saat Surut (wave current)....	41
Gambar 4. 35 Model Bed Level Change Musim Timur Saat Pasang (wave current)..	42
Gambar 4. 36 Model Bed Level Change Musim Timur Saat Surut (wave current).....	42
Gambar 4.37 Grafik Volume Rata-rata Sedimentas.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Kecepatan Arus Rata-Rata PLTGU Grati.....	21
Tabel 4. 2 Data Sedimen Dasar di PLTGU Grati.....	25
Tabel 4. 3 Grid Volume Report Surfer12 Pure Current.....	43
Tabel 4. 4 Grid Volume Report Surfer12 Wave and Current.....	43
Tabel 4. 5 Rata-rata Volume Sedimentasi.....	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Proses sedimentasi adalah pengendapan butiran sedimen dari kolam air ke dasar perairan. Pada daerah pantai yang memiliki karakteristik sedimen pasir halus, proses sedimentasi dipengaruhi oleh aktivitas oseanografi berupa arus, gelombang dan pasang surut (Putra, 2010). Perpindahan sedimen pantai dapat diakibatkan oleh arus sungai, gelombang, arus pasang surut, angin dan penambangan pasir di sekitar pantai. Sedimen yang berasal dari erosi sungai, tebing pantai dan dasar laut kemungkinan akan diangkut ke lepas pantai oleh *rip current*. Sedangkan sedimen dari lepas pantai ke garis pantai akan diangkut oleh arus gelombang (*mass transport*) dan *longshore current* (Komar 1998 in Stiady dan Faturachman 2007).

Dalam era globalisasi ini, salah satu kebutuhan utama masyarakat yang mengalami peningkatan dari waktu ke waktu dan dibutuhkan dalam jumlah yang besar adalah energi listrik sehingga tidak menutup kemungkinan apabila pada saat ini bermunculan akan pembangunan pembangkit-pembangkit listrik. Pembangkit listrik merupakan bagian dari alat industri yang digunakan untuk memproduksi sekaligus membangkitkan energi listrik yang berasal dari berbagai sumber mulai dari air, sampah, uap dan gas, panas bumi, nuklir, dan lain-lain. Di Indonesia, banyak sekali perusahaan-perusahaan yang menangani tentang pembangkit listrik salah satunya yaitu PLTGU Grati di daerah Pasuruan, Jawa Timur.

Dalam pembahasan Tugas Akhir ini, PLTGU Grati merupakan lokasi studinya. Pembahasan yang diangkat berkaitan dengan laju sedimentasi yang terjadi di kanal atau saluran di PLTGU tersebut. kanal tersebut merupakan kanal *water intake* untuk PLTGU Grati. Seiring berjalannya waktu, daerah kanal tersebut akan mengalami pendangkalan karena adanya transpor sedimen dari daerah sekitar yang masuk ke dalam kanal sehingga menyebabkan perubahan pada debit aliran dari saluran tersebut akibat dari semakin kecilnya volume dari kanal tersebut. Sehubungan dengan bertambah kecilnya volume dari kanal, maka akan mengganggu besar debit air yang mengalir pada kanal. Mengingat fungsi dari kanal yang sebagai pendingin, untuk menjaga kelancaran debit kanal tadi.

Oleh sebab itu, Tugas Akhir ini bertujuan untuk menghitung berapa besar laju sedimentasi pada canal tersebut yang nantinya juga untuk mengetahui berapa besar volume sedimentasi untuk mempertahankan debit aliran pada canal tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini, sebagai berikut:

1. Berapa laju sedimentasi yang terjadi di canal *water intake* PLTGU Grati, yang dipengaruhi oleh arus pasang surut?
2. Berapa laju sedimentasi yang terjadi di canal *water intake* PLTGU Grati, yang dipengaruhi oleh gelombang?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini, tujuan yang ingin dicapai adalah:

1. Mengetahui besar laju sedimentasi yang terjadi di canal *water intake* PLTGU Grati yang dipengaruhi oleh arus pasang surut.
2. Mengetahui besar laju sedimentasi yang terjadi di canal *water intake* PLTGU Grati yang dipengaruhi oleh gelombang.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penulisan Tugas Akhir ini diharapkan dapat mengetahui besar laju sedimentasi yang terjadi yang dipengaruhi oleh arus pasang surut dan gelombang, sehingga dapat diketahui secara pasti besar volume sedimentasi yang terjadi di sekitar canal. Hal ini diharapkan dapat dipakai acuan oleh pihak terkait dalam melakukan antisipasi pendangkalan secara berkala untuk memelihara canal *water intake* guna menjaga debit, sehingga sistem pendingin tetap beroperasi dengan baik.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang melebar dan juga mempermudah penyelesaian Tugas Akhir tanpa mengurangi dari bobot penelitian, maka diperlukan batasan-batasan masalah. Adapun batasan masalahnya, sebagai berikut:

1. Analisis yang dilakukan hanya analisis pengaruh gelombang dan pasang surut terhadap laju sedimentasi.
2. Data bathimetri Bulan November 2014, data gelombang dan data kecepatan arus merupakan data sekunder.
3. Fokus pembahasan hanya di daerah tanggul kanal, sehingga pada pemodelan nanti *jetty* diabaikan.
4. Tidak membahas detail pada sistem pendingin terkait dan mekanisme pemeliharaan kanal.
5. Software permodelan menggunakan Mike 21

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

Beberapa penelitian tentang laju sedimentasi telah dilakukan di berbagai macam tempat, baik itu di daerah pesisir, pantai, pelabuhan, dermaga, muara sungai, dan lain-lain. Penelitian - penelitian tersebut dilakukan untuk menganalisis bagaimana pengaruh lingkungan sekitar apabila laju sedimentasi tersebut terlalu besar ataupun kurang. Selain itu juga, untuk mengetahui stabilitas suatu struktur yang ada di pantai maupun lepas pantai, misal breakwater apabila terjadi sedimentasi yang tidak seimbang (Damerianne, 2013).

Penelitian terkait sedimentasi telah banyak dilakukan. Cahyadi (2009) meneliti tentang analisis sedimentasi yang disebabkan adanya reklamasi di Teluk Lamong. Dalam penelitiannya, untuk melakukan analisa sedimentasi dilakukan dengan bantuan software Mike 21, sedangkan untuk perhitungan volume sedimen digunakan software surfer. Penelitian terkait sedimentasi juga pernah dilakukan oleh Sudardjat dkk. (2012), dalam penelitian tersebut dilakukan simulasi hidrodinamika dengan bantuan software SMS (*Surface Water Modelling System*) untuk mengukur sedimentasi di di sekitar muara sungai Wanggu di Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara.

Damerianne dkk.(2013) pernah melakukan penelitian terkait sedimentasi di kanal *water intake* PLTGU grati. Damerianne dkk (2013) melakukan penelitian dengan menggunakan data primer, dengan artian data lingkungan yang digunakan merupakan hasil dari survey secara langsung di PLTGU Grati. Metode analisis yang digunakan adalah model numeric CCHE (*center for computinal hydroscience and engineering*), Damerianne dkk (2013) menyimpulkan apabila daerah kanal *water intake* PLTGU grati memiliki laju sedimentasi sebesar 1.457,14 m³ tiap bulannya, berarti dalam satu tahun laju sedimentasi yang terjadi sekitar 17.485,68. Sama halnya dengan Damerianne dkk (2013), Priyantoro dkk (2012) juga pernah melakukan penelitian ditempat yang sama dengan menggunakan data lingkungan sekunder dan metode analisis sedimentasi menggunakan software SMS (*Surface Water Modelling System*), namun kedua penelitian tersebut hanya sebatas pada perhitungan laju sedimentasi tanpa adanya analisis besar pengaruh gelombang dan arus pasang surut pada laju sedimentasi.

Dari permasalahan tersebut, penulis mengembangkan penelitian dengan melakukan analisis pengaruh gelombang dan arus pasang surut pada laju sedimentasi, serta membandingkan antara gelombang dan arus pasang surut mana yang lebih besar berpengaruh terhadap laju sedimentasi di dalam kanal *water intake* PLTGU grati.

2.2. Sedimentasi

Di daerah pantai, sungai, dan muara tidak akan pernah lepas dengan yang namanya sedimentasi. Terlebih lagi sering menjadi persoalan yang penting, apalagi di daerah sekitar terdapat aktifitas manusia. Sedimentasi adalah proses pengendapan material yang terkait oleh aliran dari bagian hulu akibat dari erosi (Ronggodigdo, 2011). Sedimentasi terjadi karena terdapat suplai muatan sedimen yang tinggi di lingkungan pantai, sehingga terjadi pendangkalan di pantai. Proses sedimentasi berlangsung terus berlangsung selama suplai muatan sedimentasi yang banyak dari daratan masih terus terjadi (Sudardjat dkk., 2012).

2.3. Sedimen dan Sifat-Sifat Sedimen

Sedimen pantai dapat berasal dari erosi garis pantai itu sendiri, dari daratan yang dibawa oleh sungai, dan dari laut dalam yang terbawa arus ke daerah pantai. Ada 3 (tiga) macam pergerakan angkutan sedimen (Ronggodigdo, 2011) yaitu:

a. Bed Load Transport

Partikel kasar yang bergerak di sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan bed load. Adanya bed load ditunjukkan oleh gerakan partikel di dasar sungai yang ukurannya besar, gerakan itu dapat bergeser, menggelinding atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada 9 aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relatif lambat, sehingga material yang terbawa arus sifatnya hanya menggelinding sepanjang saluran.

b. Wash Load Transport

Wash Load adalah angkutan partikel halus yang dapat berupa lempung (silt) dan debu (dust), yang terbawa oleh aliran sungai. Partikel ini akan terbawa aliran sampai ke laut, atau dapat juga mengendap pada aliran yang tenang atau pada air yang tergenang. Sumber utama dari wash load adalah hasil pelapukan lapisan atas batuan atau tanah di dalam daerah aliran sungai. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relatif cepat, sehingga material yang terbawa arus membuat loncatan-loncatan akibat dari gaya dorong material tersebut.

c. Suspended Load Transport

Suspended load adalah material dasar sungai (bed material) yang melayang di dalam aliran dan terutama terdiri dari butir pasir halus yang senantiasa mengambang di atas dasar sungai, karena selalu didorong ke atas oleh turbulensi aliran. Jika kecepatan aliran semakin cepat, gerakan loncatan material akan semakin sering terjadi sehingga apabila butiran tersebut tergerus oleh aliran utama atau aliran turbulen ke arah permukaan, maka material tersebut tetap bergerak (melayang) di dalam aliran dalam selang waktu tertentu. Sifat – sifat sedimen adalah sangat penting di dalam mempelajari proses erosi dan sedimentasi. Sifat – sifat tersebut, antara lain ukuran partikel dan distribusi butir sedimen, rapat massa, bentuk, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi, dan sebagainya (Triatmodjo,1999).

2.4. Transpor Sedimen Dalam Saluran Terbuka

Sedimen, yang tersusun dari batuan, mineral, dan material organik, secara alamiah selalu ada dalam sungai, danau, *estuary*, dan air laut. Sedimen ini terbawa oleh aliran air dari satu tempat ke tempat yang lain sampai mengendap pada lokasi tertentu. Sedimen yang bercampur air dalam jumlah sedikit tidak membuat warna air berubah, sedangkan pada air yang mengandung banyak sedimen dapat berwarna coklat keruh.

Sedimen yang terendap pada suatu daerah mempunyai beberapa manfaat bagi kehidupan, antara lain dapat digunakan sebagai bahan konstruksi, bahan *coastal restoration* dan sebagai tempat berkembang biak beberapa spesies air. Sedimen yang terlalu sedikit dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, hal ini terjadi di pantai Louisiana yang setiap tahun tergerus karena transpor

sedimen yang berasal dari sungai Missisipi terlalu sedikit. Terlalu banyaknya sedimen juga dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan dan kerugian ekonomis, hal ini dapat dicontohkan pada pelabuhan yang mengalami sedimentasi dapat mengakibatkan pendangkalan, kapal kesulitan keluar masuk kolam labuh, dan kapal harus mengurangi muatan agar tidak kandas (Mc.Anally, 2004).

Ada tiga faktor utama yang mengontrol sebaran sedimen di daerah pantai, yaitu sumber sedimen, tingkat energi gelombang dan kemiringan pantai. Sebaran sedimen sepanjang profil pantai dihasilkan oleh variasi tegak lurus pantai terhadap ukuran sedimen. Selain itu semuanya tergantung pada gerakan air dan karakteristik material pantai yang terangkut. Pada daerah pesisir pantai gerakan dari air dapat terjadi karena adanya kombinasi dari gelombang dan arus. Gelombang dan arus memiliki peranan yang sama besarnya dalam mengaduk dan memindahkan material ke tempat lain. Fenomena diatas juga bergantung pada karakteristik dari material dasar pantai dan pengaruh gelombang dan arus. Material dasar laut yang terangkut dapat berupa *bed load* seperti misalnya pasir serta melayang untuk jenis material pantai yang dapat tersuspensi berupa lumpur dan lempung.

Pratikto (1996) menyatakan bahwa secara umum proses sedimen transpor dapat dibagi dalam 3 tahap, antara lain:

- a. Teraduknya material kohesif dari dasar laut hingga tersuspensi atau lepasnya material non kohesif dari dasar laut.
- b. Perpindahan material secara horisontal.
- c. Pengendapan kembali partikel/material sedimen tersebut.

2.5. Pasang Surut

Air laut selalu mengalami perubahan, terutama dalam hal ketinggian. Beberapa perubahan terjadi setelah beberapa tahun, tetapi sebagian terjadi tiap hari dan dikenal sebagai pasang. Laut naik paling tinggi ketika pasang naik, kemudian kembali ke permukaan paling rendahnya ketika pasang surut. Menurut Triatmodjo (1999), pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Ketika bulan bergerak mengitari bumi, kekuatan gravitasinya menarik air yang paling dekat dari

posisinya. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari (Triatmodjo, 1999).

Elevasi muka air pasang surut ditentukan berdasarkan pengukuran selama 1 hari atau 30 hari. Beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Muka air laut tinggi (*high water level*), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
- b. Muka air rendah (*low water spring*), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
- c. Muka air tinggi rerata (*mean high water level, MHWL*), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
- d. Muka air rendah rerata (*mean low water level, MLWL*), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
- e. Muka air laut rerata (*mean sea level, MSL*), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi elevasi di daratan.
- f. Muka air tertinggi (*highest high water level*), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- g. Air rendah terendah (*lowest low water level, LLWL*), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati. (Damerianne, 2013)

2.6. Batimetri

Batimetri merupakan ilmu yang mempelajari kedalaman di bawah air dan studi tentang tiga dimensi lantai samudera atau danau. Sebuah peta batimetri umumnya menampilkan relief lantai atau daratan dengan garis-garis kontur (*contour lines*) yang disebut kontur kedalaman (*depth contours* atau *isobath*) dan dapat memiliki informasi tambahan berupa informasi navigasi permukaan. Peta batimetri sendiri dapat diartikan dengan peta yang menggambarkan bentuk konfigurasi dasar laut dinyatakan dengan angka-angka kedalaman dan garis-garis kedalaman. Peta batimetri ini dapat divisualisasikan dalam tampilan 2 dimensi (2D) maupun 3 dimensi (3D). Peta batimetri sangat berguna pada saat melakukan pekerjaan di laut, seperti perencanaan bangunan pelindung pantai, studi tentang proses morfologi pantai, pembangunan pelabuhan dan lain-lain (Wahyuni, 2014).

2.7. Persamaan Hidrodinamika

Pola arus di suatu perairan sangat penting untuk dipahami karena sangat berpengaruh pada transportasi sedimennya. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman yang baik mengenai dinamika pergerakan arus ini.

Simulasi aliran air beserta variasi elevasinya sejatinya dapat disimulasikan dengan beberapa persamaan. Persamaan umum yang bisa digunakan untuk mensimulasikan aliran air dan variasi elevasinya untuk perairan estuari, teluk dan daerah pantai antara lain persamaan kontinuitas dan momentum dalam pemodelan hidrodinamika.

Persamaan-persamaan ini merupakan persamaan hidrodinamika sebagai aliran unsteady 2D dalam satu layer yang dianggap sama secara vertikal. Prinsip-prinsip dasar persamaan konservasi masa dan momentum yang meliputi persamaan kontinuitas, momentum dan persamaan dispersi-adveksi yang diintegrasikan secara vertikal sehingga bisa menjelaskan aliran fluida dalam variasi kedalaman (Abbott et al., 1978).

Persamaan Kontinuitas:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0 \dots\dots\dots (2.10)$$

Persamaan Momentum Sumbu-X:

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 \cdot h^2} - \\ \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega p - fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0 \dots\dots\dots (2.11) \end{aligned}$$

Persamaan Momentum Sumbu-Y :

$$\begin{aligned} \frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gq\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 \cdot h^2} - \\ \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega p - fVV_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} (p_a) = 0 \dots\dots\dots (2.12) \end{aligned}$$

Dimana:

x,y = koordinat (m)

t = waktu (s)

$\xi(x,y,t)$ = elevasi permukaan (m),

$p,q(x,y,t)$ = densiti fluks dalam arah sumbu x, y

$\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$ = komponen tegangan geser dasar akibat turbulen dan viskositas.

Bed shear stress pada arah x dan y dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Melor, 1998):

$$\tau_{bx} = \rho c_f U \sqrt{U^2 + V^2} \left[1 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\tau_{by} = \rho c_f V \sqrt{U^2 + V^2} \left[1 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2} \dots\dots\dots (2.14)$$

dimana c_f adalah koefisien gesekan.

Adapun untuk analisa penyebaran panas dapat menggunakan pemodelan dispersi panas dengan persamaan Adveksi/Dispersi. Persamaan ini sebagaimana yang diberikan oleh Ramming dan Kowalik (1980) sebagai berikut:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial uT}{\partial x} + \frac{\partial vT}{\partial y} + \frac{\partial wT}{\partial z} = F_T + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_v \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \hat{H} + T_s \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana:

D_v : adalah koefisien eddy viscosity secara vertical

\hat{H} : adalah perubahan panas selama pertukaran panas dengan atmosfer

T_s : Nilai suhu pada sumber air buangan jika ada.

F_T : difusi secara horizontal.

2.8. Persamaan *Sediment Transport*

Formulasi transportasi sedimen bisa dikembangkan dengan menggunakan modul persamaan dispersi-adveksi seperti diberikan pada Persamaan 2.5 berikut ini:

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + u \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + v \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S \dots (2.16)$$

Dimana:

h = kedalaman perairan (m)

c = konsentrasi masa yang dirata-ratakan terhadap kedalaman (kg/m^3)

t = waktu (detik),

u, v = komponen kecepatan yang dirata-ratakan terhadap kedalaman (m/s)

$D_x D_y$ = koefisien dispersi dalam arah x dan y

S = istilah sumber (erosi) dan sink (deposisi) (m^2/detik).

Q_L = source discharge persatuan luasan ($\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$)

C_L = konsentrasi source discharge (kg/m^3).

Untuk tegangan geser dasar τ_b (N/m^2) dapat dihitung terhadap interaksi arus dan gelombang dengan menggunakan Persamaan (2.8):

$$\tau_c = \frac{1}{2} \rho f_w (U_b^2 + U_\delta^2 + 2U_b U_\delta \cos \beta) \dots\dots\dots (2.17)$$

Untuk Formulasi pemodelan deposisi (deposition) sedimen menggunakan persamaan yang diusulkan oleh Krone (1962) sebagai berikut:

$$S_D = w_s C_b P_D \dots\dots\dots (2.18)$$

untuk τ , dimana:

S_D = laju deposisi.

w_s = kecepatan jatuh.

C_b = konsentrasi didekat dasar.

Sedangkan untuk formulasi erosi dijelaskan sebagai sedimen yang terkonsolidasi (Mehta et al., 1989), sebagai berikut:

$$S_E = E \exp \left[\alpha (\tau_b - \tau_{ce})^{\frac{1}{2}} \right], \tau_b > \tau_{ce} \dots\dots\dots (2.19)$$

2.9. Sand Transport Model

Modul Sand Transport (ST) merupakan aplikasi model dari angkutan sedimen non kohesif. MIKE 21 Flow Model FM (Mike, 2005) adalah satu sistem modeling berbasis pada satu pendekatan *mesh fleksibel*. Dikembangkan untuk aplikasi di dalam *oceanographic*, rekayasa pantai dan alam lingkungan muara sungai. *Sand Transport Module* menghitung hasil dari pergerakan material non kohesif berdasarkan kondisi aliran di dalam modul hidrodinamik serta kondisi gelombang dari perhitungan gelombang (*modul spectral wave*).

Pendekatan formula yang digunakan dalam transportasi sedimen di modul ini adalah Engelund-Hansen model (1972), Van-Rijn model (1984, 1993), Engelund-Fredsøe model (1976), serta Meyer-Peter-Müller model (1984). Formula yang digunakan tersebut memadukan antara pengaruh arus dan gelombang dalam pergerakan sedimen. Persamaan yang digunakan dalam modul ini adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial z}{\partial t} = \frac{z(1+a-e^z)}{e^z(z-1)+1} \frac{1}{U_0} \frac{dU_0}{dt} + \frac{30K}{k} \frac{\sqrt{K^2 U_0^2 |z^2 U_{f0}^2 | 2Kz U_{f0} U_0 \cos \gamma}}{e^z(z-1)+1} \dots (2.20)$$

Dimana:

- K = Konstanta Von Karman
- t = waktu
- z = parameter tebal boundary layer
- U_0 = kecepatan orbit dasar gelombang terdekat
- U_{f0} = kecepatan geser arus dalam lapisan batas gelombang
- γ = sudut antara arus dan gelombang
- k = kekasaran dasar permukaan $2.5 d_{50}$ untuk lapisan *plane bed* dan $2.5 d_{50} + k_R$ untuk *ripple covered bed*
- d_{50} = rata ukuran diameter
- k_R = *ripple* yang berkaitan dengan kekasaran

Beberapa item output yang dihasilkan dari Modul Sand Transport (ST) ini antara lain:

- Suspended Sediment Concentration (SSC)
- Suspended Load, x-component

- Suspended Load, y-component
- Total load, x-component
- Total load, y-component
- Rate of bed level change
- Bed level change
- Bed level

Setelah kita dapatkan model transport sedimen, maka langkah selanjutnya adalah memodelkan perubahan morfologi dasar laut. Evolusi dasar laut dimodelkan dengan menggunakan persamaan konservasi sedimen (2.12):

$$\frac{\partial d(x,t)}{\partial t} = (1 + p) \frac{\partial \tilde{q}_t(x,t)}{\partial x} \dots\dots\dots (2.21)$$

Dimana:

$\tilde{q}_t(x,t)$ = total sediment flux.

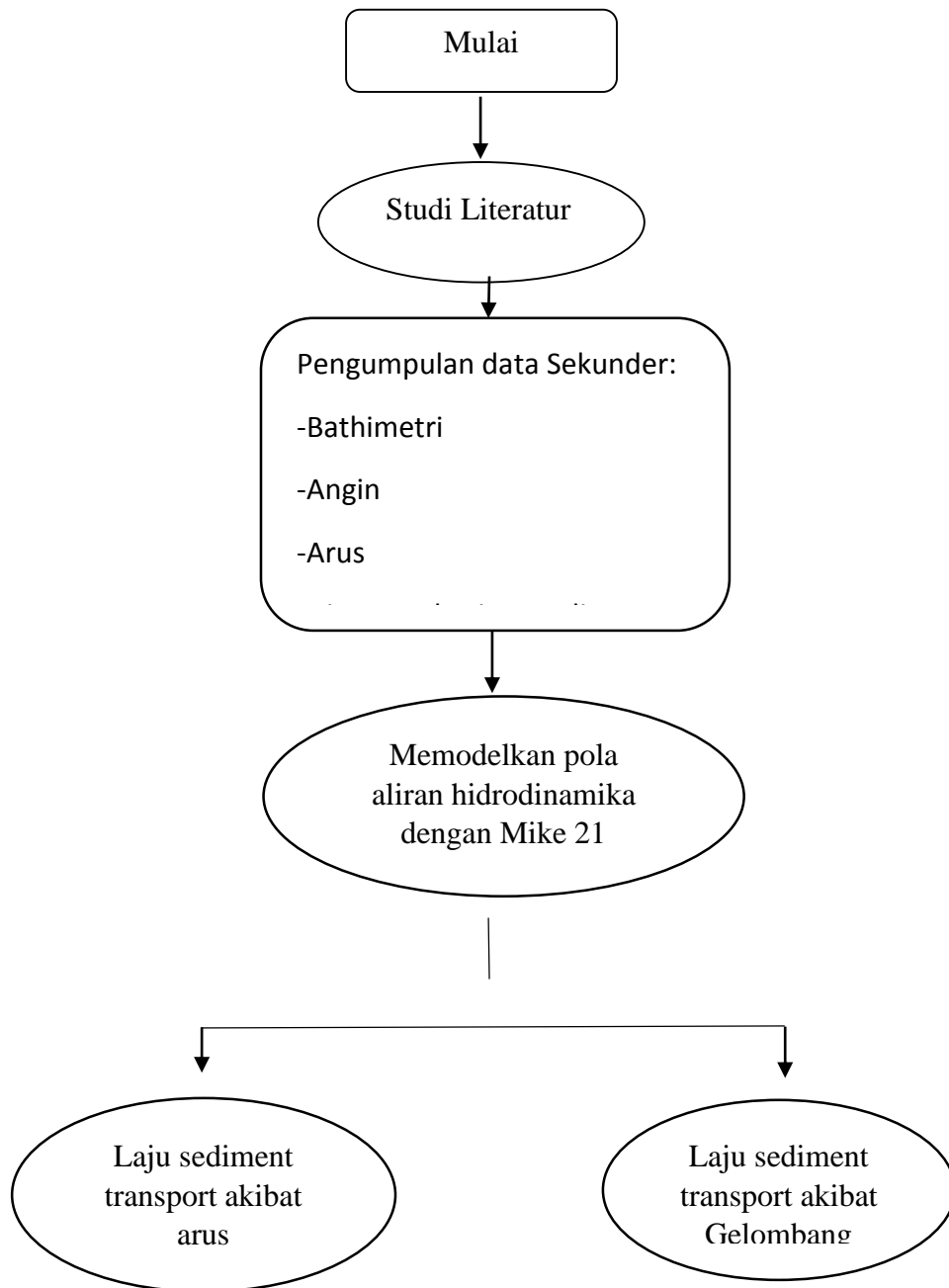
p = porositas dasar (*bed porosity*).

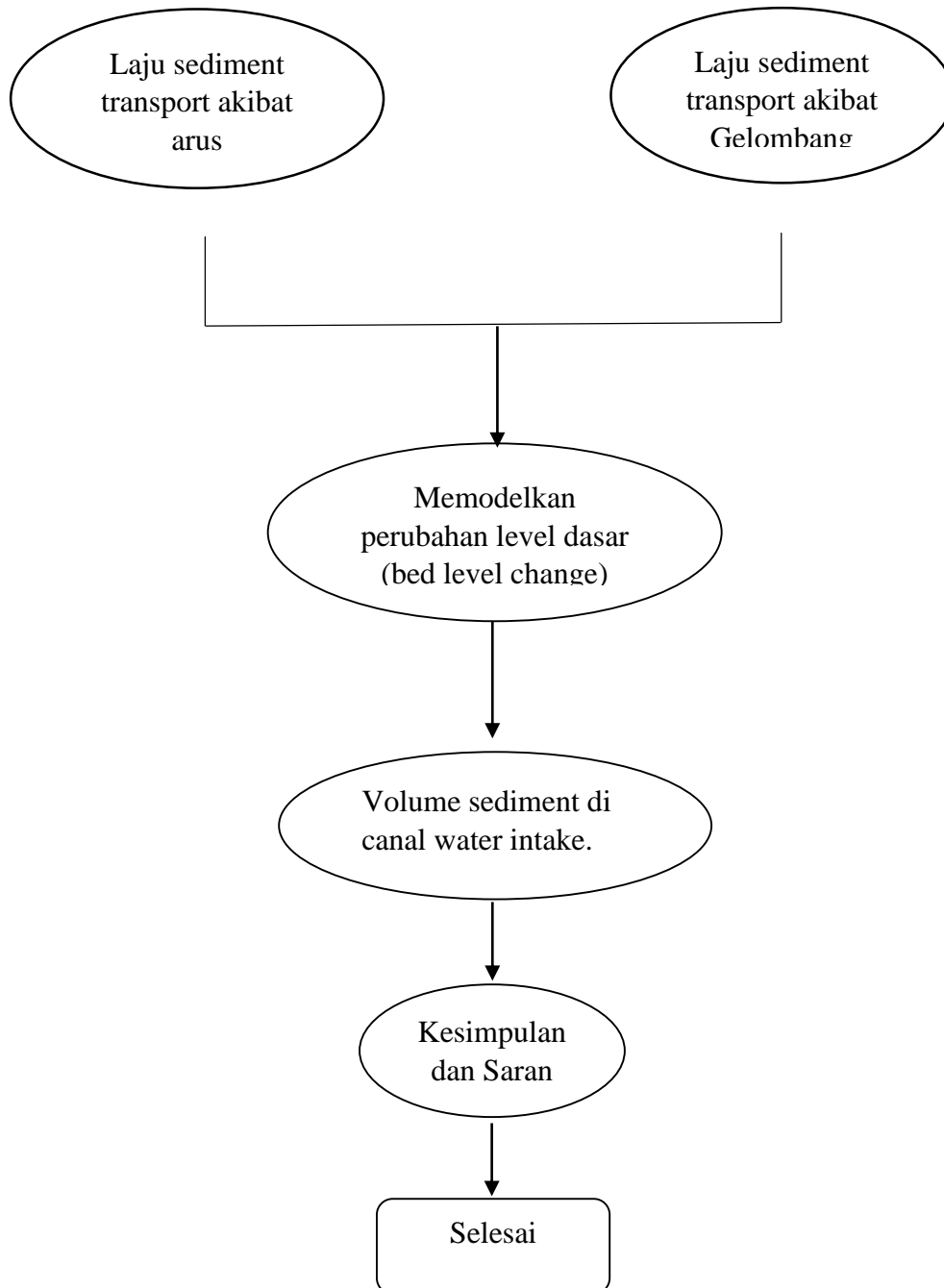
Dua kontribusi diperhitungkan untuk menghitung fluks sedimen total $\tilde{q}_t(x)$: fluks *bedload* $\tilde{q}_b(x)$ disebabkan oleh tegangan geser dasar gelombang dan flux suspensi $\tilde{q}_s(x)$ yang berhubungan dengan arus yang disebabkan gelombang, konsentrasi sedimen dan tegangan geser dasar.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Metodologi





3.2. Metodologi Pengerjaan

1. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mengetahui lebih awal mengenai pokok permasalahan yang akan dibahas serta teori-teori yang digunakan untuk menganalisis permasalahan. Studi ini dilakukan dengan mempelajari buku-buku teks yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Tujuan dari studi literature ini adalah untuk mendapatkan refrensi-refrensi yang berkaitan dengan topic yang dipilih oleh penulis.

2. Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan dalam pengerjaan laporan ini merupakan data sekunder yang didapatkan dari hasil pengukuran dan penelitian pihak lain. Adapun data-data lingkungan yang digunakan dalam analisa permodelan dengan menggunakan software Mike 21 antara lain:

1. Batimetri
2. Pasang surut
3. Arus
4. Angin
5. Diameter butiran sedimen

3. Memodelkan Pola Aliran Hidrodinamika

Dengan memodelkan pola aliran hidrodinamika akan dapat diketahui laju sediment transport akibat arus pasang surut dan laju sediment transport akibat gelombang. Kemudian dapat menghitung berapa besar laju sedimentasi pada kanal tersebut yang nantinya juga untuk mengetahui berapa besar volume sedimentasi untuk mempertahankan debit aliran pada kanal tersebut.

4. Permodelan Sedimentasi dengan Menggunakan Software Mike 21

a) Input Model

Dalam pemodelan dengan menggunakan Mike 21, data lingkungan yang dimasukkan antara lain:

- 1) Batimetri
- 2) Pasang Surut
- 3) Arus
- 4) Angin
- 5) Diameter butiran sedimen

b) Simulasi Model

Setelah data lingkungan dimasukkan, kemudian dilakukan *running program*, dan untuk selanjutnya dilakukan analisis numerik.

c) Analisis Pola Arus dan Sedimentasi

Setelah menjalankan program, akan keluar hasil berupa data numerik beserta gambar pemodelan data. Pada hasil pemodelan pola arus nantinya akan menjadi dasar dalam menganalisis pola sedimentasi yang terjadi. Sedangkan hasil pemodelan sedimentasi akan memberikan informasi terkait daerah yang mengalami sedimentasi beserta data numeriknya.

5. Analisis Hasil Laju Sedimentasi

Dari hasil simulasi pemodelan dengan menggunakan Mike 21, kemudian dilakukan analisis laju sedimentasi. Analisis laju sedimentasi dilakukan dengan membandingkan laju sedimentasi yang terjadi karena gelombang dan arus dan laju sedimentasi yang terjadi karena arus pasang surut.

6. Kesimpulan

Dalam tahap kesimpulan, akan ditampilkan hasil akhir analisis yang menjadi tujuan dilakukannya penelitian ini serta memberikan saran yang dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Studi

Adapun lokasi studi dalam tugas akhir ini adalah di kanal *cooling intake* kawasan PLTGU Grati , Desa Wates, Kecamatan Lekok-Grati, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Lokasi ini berada ± 75 kilometer sebelah timur Kota Surabaya yang menempati lahan seluas 73 hektar yang terdiri dari 38 hektar lahan pantai dan 35 hektar lahan reklamasi.

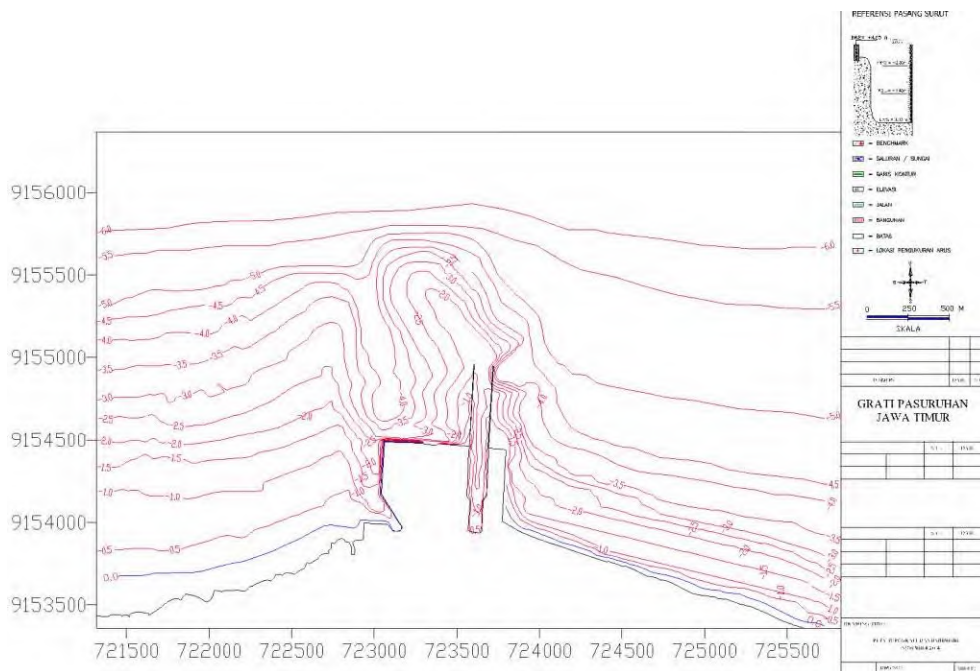


(Sumber: <https://maps.google.com/>)

Gambar 4.2 Lokasi Studi

4.2 Peta Batimetri

Peta batimetri yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini berasal dari data sekunder yang merupakan peta topografi batimetri bulan Nopember 2014. Peta batimetri hasil pengukuran akan disajikan dengan skala 1:500, dengan interval kontur 0,5 meter. Berdasarkan peta batimetri, diketahui kedalaman perairan pada bagian dalam kanal water intake mencapai kedalaman 1,5 meter. Data batimetri ini digunakan sebagai input meshing kontur layout jetty kondisi eksisting pada saat pemodelan.



Gambar 4.3 Peta Batimetri PLTGU Grati

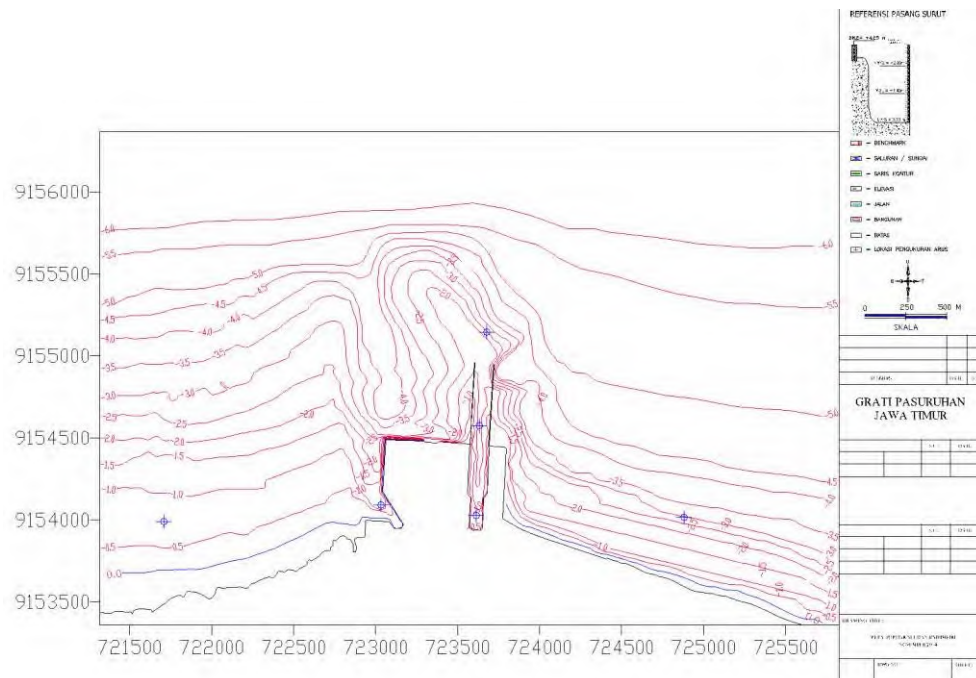
4.3 Data Arus

Data arus yang diperoleh dari data sekunder menunjukkan jika pengambilan data arus dilakukan pada enam titik di lokasi dan disekitar jetty dan dilakukan selama tiga hari. Keenam titik lokasi tersebut meliputi intake dalam, tengah intake diantara seawall, open channel, pantai timur PLTGU Grati, outlet, dan pantai barat PLTGU Grati. Data ini nantinya digunakan untuk validasi hasil pemodelan numerik pola arus dengan Mike 21 serta digunakan untuk melihat perubahan pola arus yang terjadi di sekitar kanal *water intake* Grati.

Tabel 4.1 Kecepatan Arus Rata-Rata PLTGU Grati

Lokasi	Poin	Kec. Arus Rata-Rata (cm/s)
Intake dalam	X = 723615,2	71,71
	Y= 9154027,3	
Intake tengah	X = 723634,0	65,94
	Y= 9154573,1	
Open canal	X = 723677,7	22,27
	Y= 9155145,8	

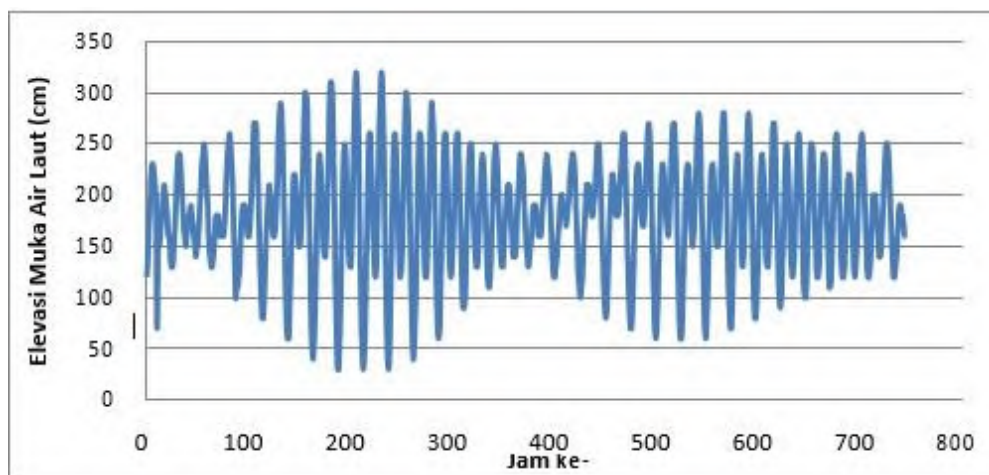
Lokasi	Poin	Kec. Arus Rata-Rata
Pantai timur	X = 724881,1	26,5
	Y= 9154013,6	
Outlet	X = 723033,9	29,65
	Y= 9154090,1	
Pantai barat	X = 721710,9	25,18
	Y= 9153990,6	



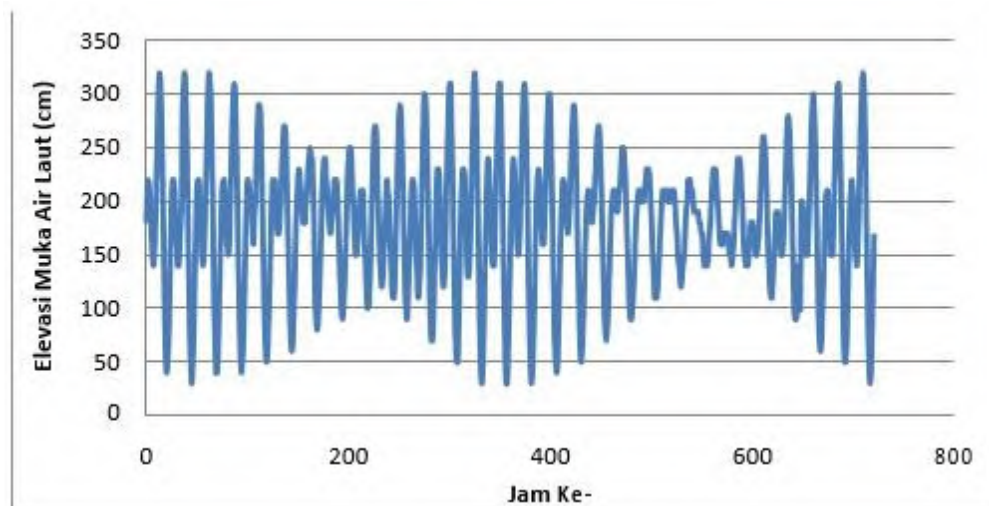
Gambar 4.4 Lokasi Pengukuran Data Arus

4.4 Data Pasang Surut

Data pasang surut yang digunakan berasal dari Daftar Pasang Surut Kepulauan Indonesia Tahun 2014 yang dikeluarkan oleh Dinas Hidro-Oseanografi (Dishidros) TNI AL. Data pasang surut yang digunakan adalah data pasang surut yang mengacu pada daerah Alur Pelayaran Timur Surabaya Karang Kleta pada bulan Juli-Agustus (Untuk musim timur) dan Nopember-Desember (untuk musim barat).



Gambar 4.5 Grafik Pasang Surut Dishidros (Karang Kleta)
22 Juli – 22 Agustus 2014

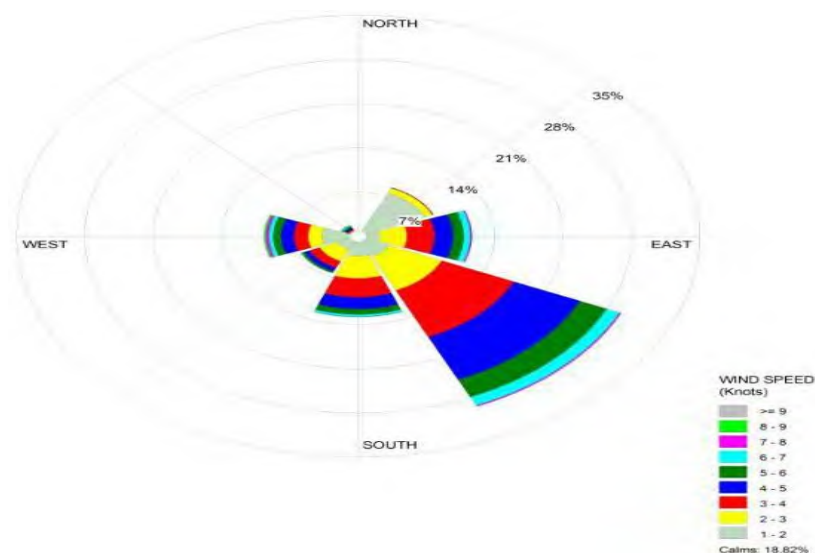


Gambar 4.6 Grafik Pasang Surut Dishidros (Karang Kleta) 22 Nopember – 22
Desember 2014

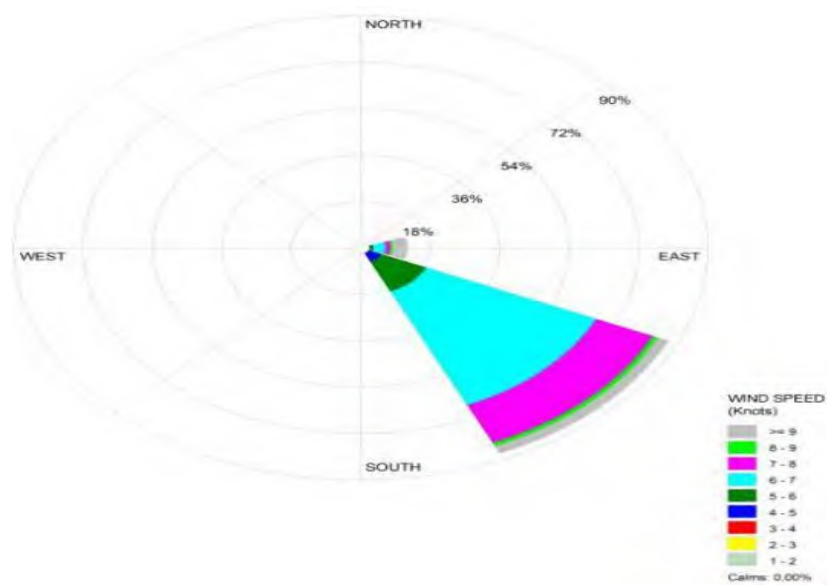
Bedasarkan dua grafik pasang surut diatas, dapat diketahui jika ternyata daerah perairan tersebut memiliki tipe pasang surut semidiurnal. Data pasang surut ini akan digunakan sebagai *input data boundary condition* dalam modul hidrodinamika program Mike 21 untuk memperoleh model pola arus serta sedimentasi terjadi.

4.5 Data Angin

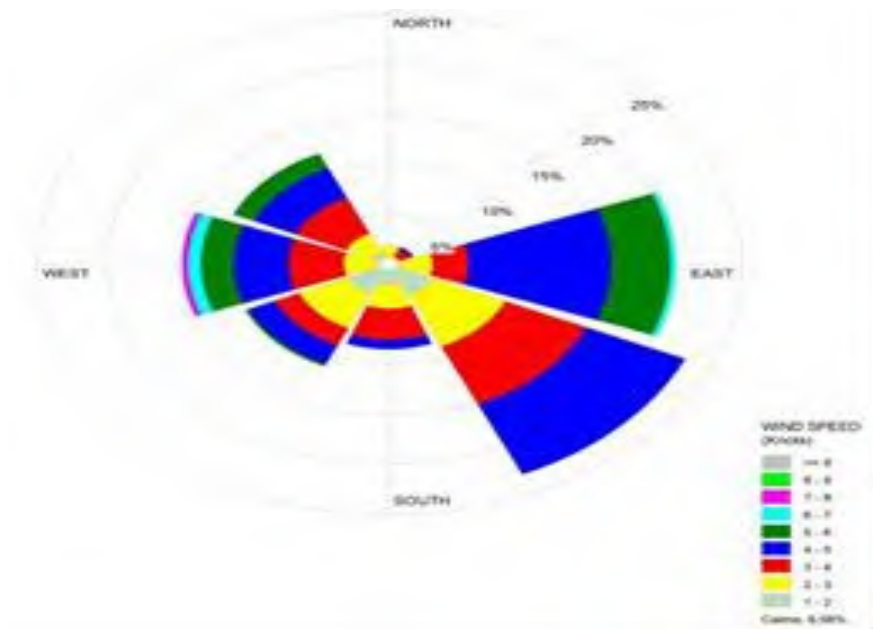
Angin adalah salah satu faktor yang mempengaruhi arus. Dalam program MIKE21, data angin berperan dalam inputan data *wind forcing* yang terdapat pada modul hidrodinamika. Selain mempengaruhi pola pergerakan arus, angin juga mempengaruhi pembangkitan gelombang, sehingga nantinya angin ini juga akan berpengaruh terhadap pola pergerakan transport sedimen yang dipengaruhi oleh arus dan gelombang. Adapun data angin yang diperoleh dari data sekunder adalah data angin selama 10 tahun dari 2004 hingga tahun 2014. Namun untuk input data yang dilakukan hanya menggunakan data angin pada bulan Juli-Agustus 2014 dan Nopember-Desember 2014. input data ini sesuai dengan waktu simulasi, Diagram mawar angina menunjukkan bahwa angin berasal dari tenggara menuju barat daya.



Gambar 4.7 Diagram Mawar Angin Tahun 2004-2014



Gambar 4.8 Diagram Mawar Angin Tahun 2004-2014



Gambar 4.9 Diagram Mawar Angin Tahun 2004-2014

4.6 Data Sedimen

Dalam melakukan pemodelan sedimen dengan program Mike 21, data sedimen dimasukkan dalam input data analisa sedimentasi pada daerah pemodelan. Adapun data sedimen yang terkumpul adalah data sedimen dengan lokasi pengambilan yang sama dengan kecepatan arus. Untuk jenis tanah, porositas, dan d_{50} butir sedimen dapat dilihat dalam tabel dibawah:

Tabel 4.2 Data Sedimen Dasar di PLTGU Grati

Lokasi	Jenis Tanah	w (%)	d_{50} (mm)
Dalam Intake	<i>Silty Loam</i>	122.99	0.015
Tengah Intake	<i>Sandy Loam</i>	110.26	0.031
Open Canal	<i>Sand</i>	28.87	0.300
Pantai Timur	<i>Sand</i>	28.01	0.310
Outlet	<i>Sand</i>	32.66	0.299
Pantai Barat	<i>Sand</i>	114.24	0.0065

4.7 Data Validasi

Setelah melakukan simulasi model, kemudian dilakukan validasi data untuk mengetahui keakuratan dari model yang telah dibuat. Validasi model dilakukan dengan membandingkan data arus dan pasang surut dari data sekunder yang telah ada dan dengan data hasil simulasi permodelan. Elemen kecepatan arus berguna untuk validasi data, didapatkan dengan menggunakan program data extraction (.dxfm). adapun titik lokasi yang divalidasi kecepatan arusannya meliputi tiga titik pengukuran arus yaitu open canal ($x=723677.7$, $y=9155145.8$), intake ($x=723615.2$, $y=9154027.3$), dan pantai timur ($x=724881.1$, $y=9154013.6$). dengan menggunakan rumus dibawah ini didapatkan presentase error kecepatan arus rata-rata antara data sekunder dengan hasil permodelan.

$$MAPE = \left(\frac{1}{M} \sum_{l=1}^M \left| \frac{e_l}{Z_{n+1}} \right| \right) 100\%$$

dimana, M adalah banyaknya data dan e_l didapatkan dari persamaan berikut:

$$e_l = Z_{n+l} - \hat{Z}_n(l)$$

dimana Z_{n+l} adalah data pengukuran $\hat{Z}_n(l)$ adalah data permodelan.

Formula untuk menghitung RMSE yaitu:

$$RMSE = \frac{1}{M} \sum_{l=1}^M e_l^2$$

Dengan menggunakan rumus error diatas kemudian diperoleh nilai error sebesar 20.61% untuk lokasi intake, 9.12% untuk lokasi open canal, dan 15.52% untuk lokasi pantai timur. Untuk grafik perbandingan kecepatan arus rata-rata dari data sekunder dapat dilihat seperti dibawah ini:



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Kecepatan Arus di Tengah Intake



Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Kecepatan Arus di *Open canal*

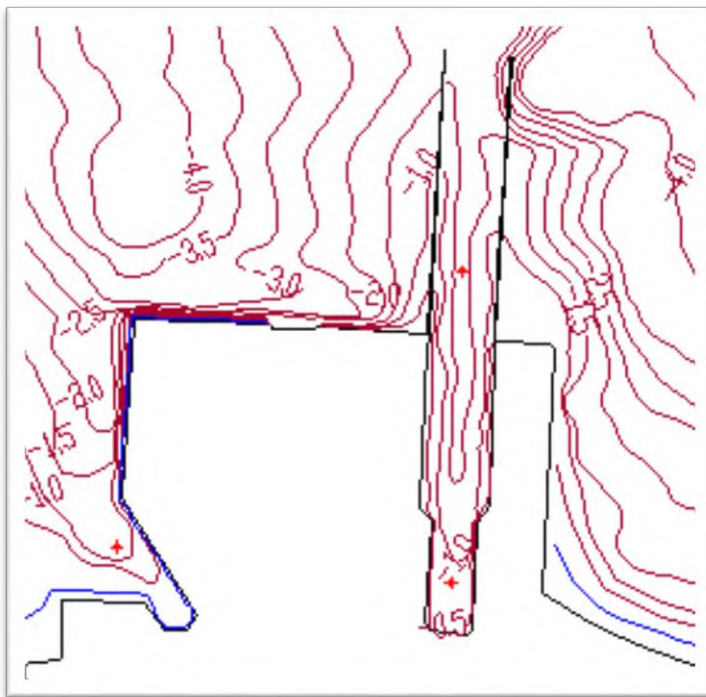


Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Kecepatan Arus di Pantai Timur

4.8 Analisis Dan Permodelan

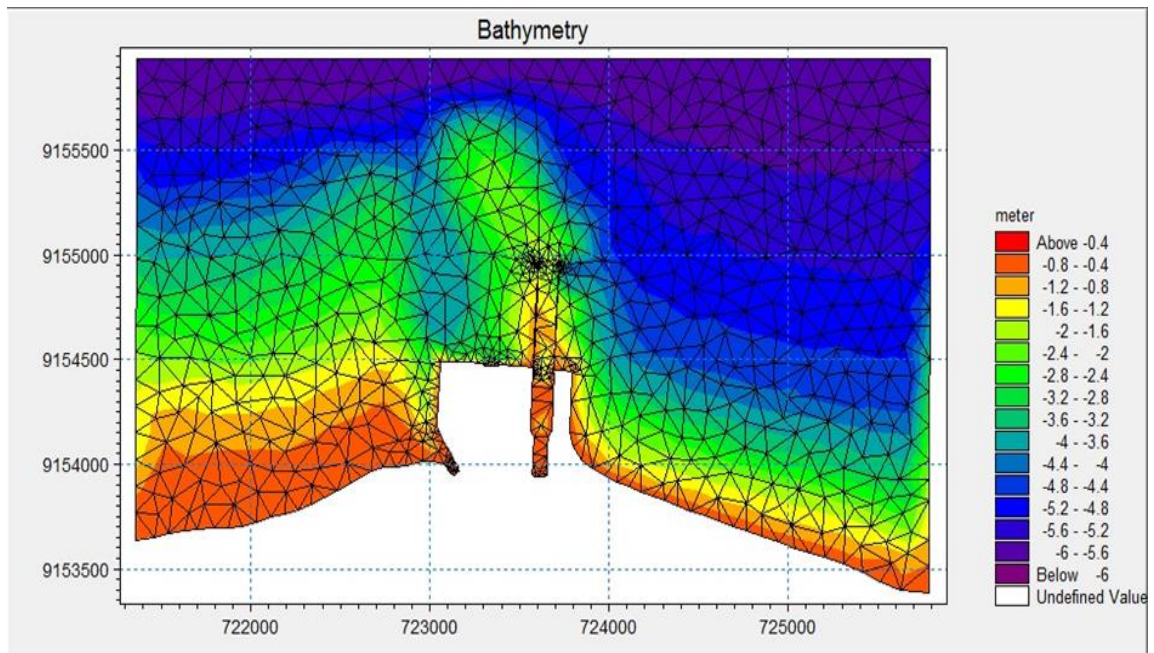
4.8.1. Meshing

Untuk membuat model geometri dari kanal untuk input kedalam software MIKE 21, dibutuhkan peta batrimetry yang sudah dimodelkan sebelumnya, peta ini kemudian didigitasi guna mendapatkan model XYZ, data batrimetry yang dipakai adalah tahun 2014 kemudian data ini di input kedalam MIKE 21 menggunakan Meshing Generator. hasil keluarannya nanti berupa file mesh (.mesh) yang berfungsi sebagai data utama yang dibutuhkan oleh MIKE 21 untuk melakukan simulasi.



Gambar 4.10 Sketsa Kondisi Bangunan Jetty di PLTGU Grati

Dari sketsa awal tersebut kemudian dibuat model hidrodinamika dan Bed level change. Untuk simulasi model dilakukan selama 30 hari dengan memperhatikan pergantian antara musim barat dan musim timur. Untuk Musim Barat dimulai pada tanggal 22 Nopember 2014 pukul 09.00 dan diakhiri pada tanggal 22 Desember 2014 pukul 09.00. Sedangkan untuk Musim Timur dimulai pada tanggal 22 Juli 2014 pukul 09.00 dan diakhiri pada tanggal 21 Agustus 2014 pukul 08.00, dimana interval waktu tiap step dalam pemodelan adalah 600 detik, sehingga untuk simulasi selama 30 hari membutuhkan 4320 time step. Adapun hasil akhir meshing sebagai berikut:



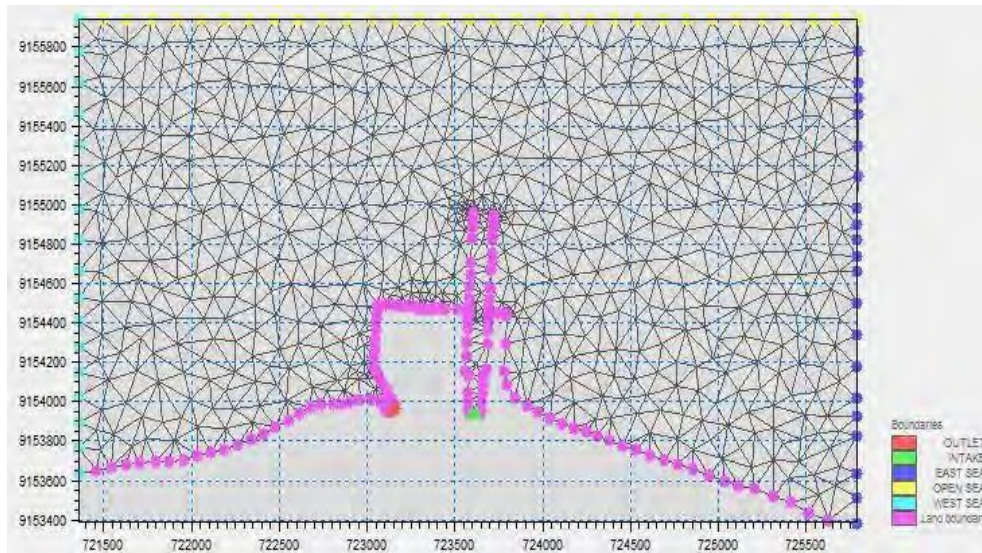
Gambar 4.11 Hasil akhir meshing

4.8.2. Kondisi Batas Lingkungan

Modul yang digunakan dalam simulasi ini adalah tiga modul dengan dua modul pokok. Modul hidrodinamika dan modul *sand transport* merupakan modul pokok yang akan dianalisa hasil simulasinya, sedangkan modul spektral gelombang digunakan sebagai modul penunjang untuk menambahkan aspek gelombang dalam melakukan simulasi modul *sand transport*. Pemrosesan simulasi yang dilakukan membutuhkan masukan/input data sesuai dengan kondisi yang diinginkan atau dibutuhkan. Simulasi ini menggunakan data input angin, gelombang, sedimen, serta pasang surut yang dijadikan sebagai kondisi batas lingkungan dan dimasukkan kedalam pilihan input data yang bersesuaian.

Data angin dan pasang surut digunakan untuk masukan data lingkungan modul hidrodinamika. Pada modul hidrodinamika ini, data pasang surut dimasukkan kedalam *boundary condition*, sedangkan data angin dimasukkan kedalam *wind forcing*. Boundary condition yang diberikan pada modul hidrodinamika mencakup enam kondisi batas

yaitu outlet, intake laut lepas, laut timr, laut barat, serta darat. Adapun gambar dari kondisi batas lingkungan hidrodinamika dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.12 Boundary Condition dari kanal water intake

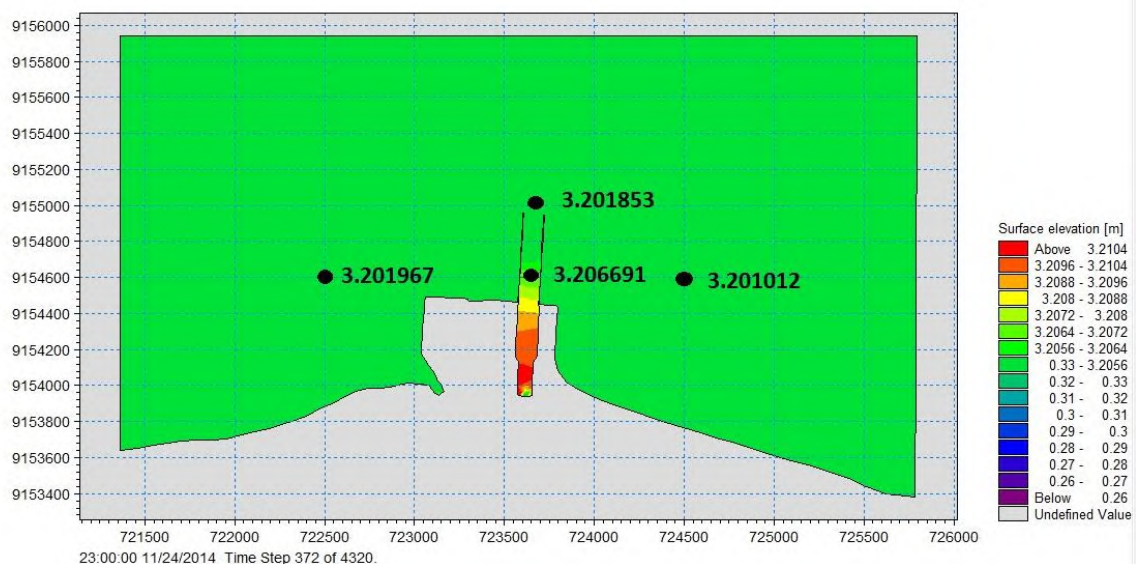
Kondisi batas laut timur, laut barat, dan laut lepas diberikan input *specified level* berupa data pasang surut sesuai musim yang terjadi, sedangkan untuk kondisi batas daratan, outlet dan intake diberikan *boundary data* berupa *land (zero normal velocity)* karena jika diberikan input masukan *data discharge* akan mempengaruhi kondisi aliran yang terjadi. Hal ini karena outlet dan intake dikendalikan oleh mesin sehingga hanya memiliki satu aliran saja. *boundary* intake adalah dimana air laut dipompa masuk kedalam mesin pendingin, sedangkan *boundary* outlet adalah dimana air laut yang telah masuk sebagai pendingin dibuang keluar agar terjadi sirkulasi penggantian air laut sebagai pendingin mesin. Sedangkan bila dimasukkan pilihan *data discharge* akan memberikan aliran keluar dan masuk. Untuk mensiasati hal tersebut digunakan pilihan source untuk memberikan input *boundary* datannya, data aliran *discharge* negative untuk intake, data aliran *discharge* positif untuk outlet

Model definition dari modul *sand transport* diberikan 2 tipe model yaitu *pure current* dan model *wave and current* , dimana nantinya pergerakan transport sedimen yang dimodelkan pada *pure current* berdasarkan pengaruh arus murni dan pada *wave and current* berdasarkan pengaruh gelombang dan arus yang nantinya akan di buat perbandingan.

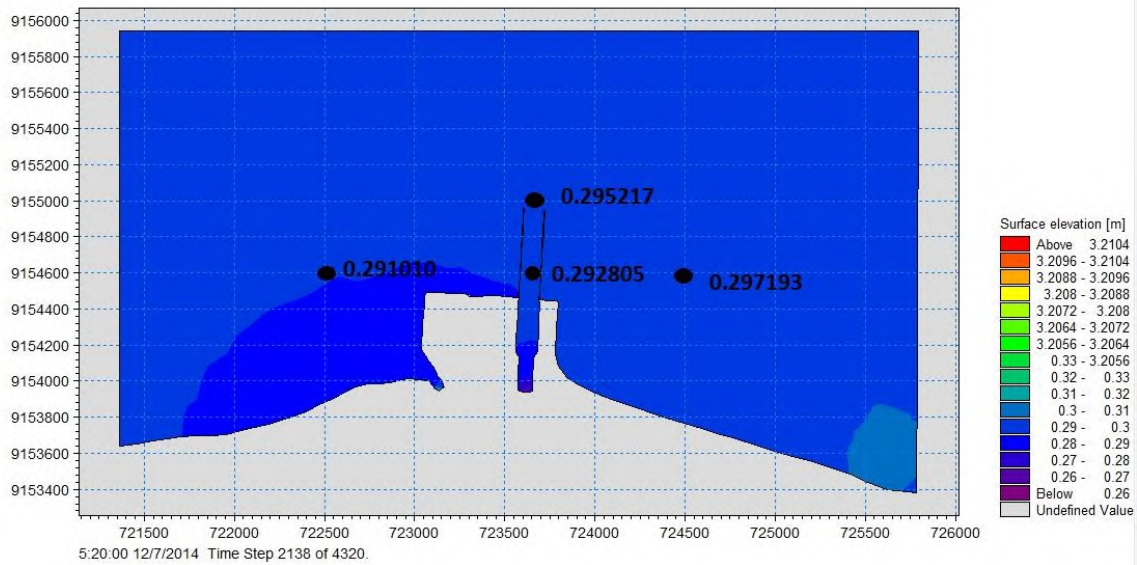
4.8.3. Model Hidrodinamika

File mesh (.mesh) yang merupakan hasil keluaran dari Meshing Generator tadi adalah data inputan utama dalam MIKE 21 untuk permodelan hidronamika. Model hidrodinamika merupakan hal yang sangat penting untuk mengetahui pola pergerakan arus. Dari pola pergerakan arus ini dapat diketahui juga pola pergerakan sedimen yang mungkin terjadi .Model hidrodinamika dalam model ini meliputi pemodelan pasang surut, kecepatan arus dan kecepatan gelombang di sekitar *kanal water intake* PLTGU Grati. Simulasi pemodelan menggunakan kedua musim yaitu musim barat dan timur serta dua kondisi simulasi yaitu arus dan gelombang. Untuk model hidrodinamika pada musim barat dan musim timur dapat dilihat sebagai berikut:

a. Model Pasang Surut Kondisi Pure Current

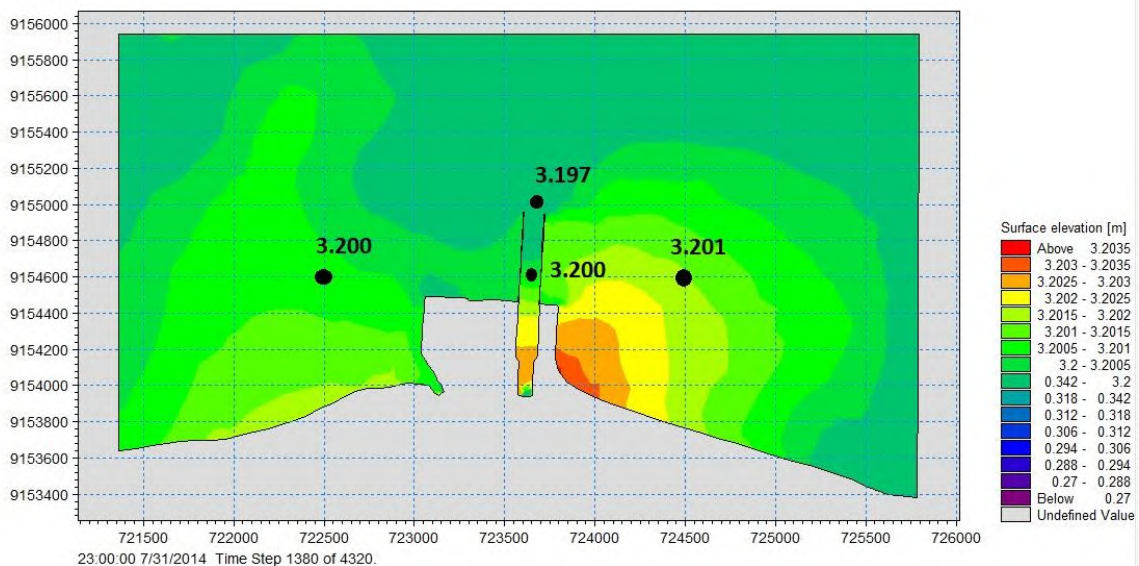


Gambar 4.13 Permodelan musim barat saat pasang

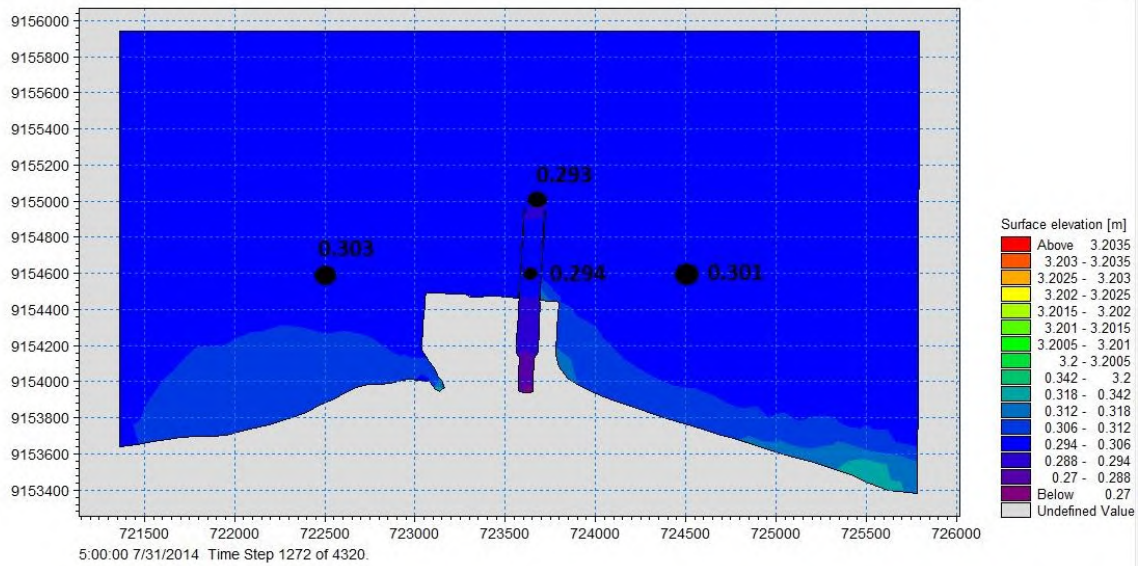


Gambar 4.14 Permodelan musim barat saat surut

Pada Gambar 4.13 dan 4.14 menunjukkan keadaan elevasi muka air pada saat pasang dan pada kondisi surut. Kondisi saat pasang tertinggi pada time step ke 372 yaitu jam 23.00 pada tanggal 24-11-2014 dan saat surut terendah pada time step ke 2138 yaitu jam 5.20 pada tanggal 7-12-2014.



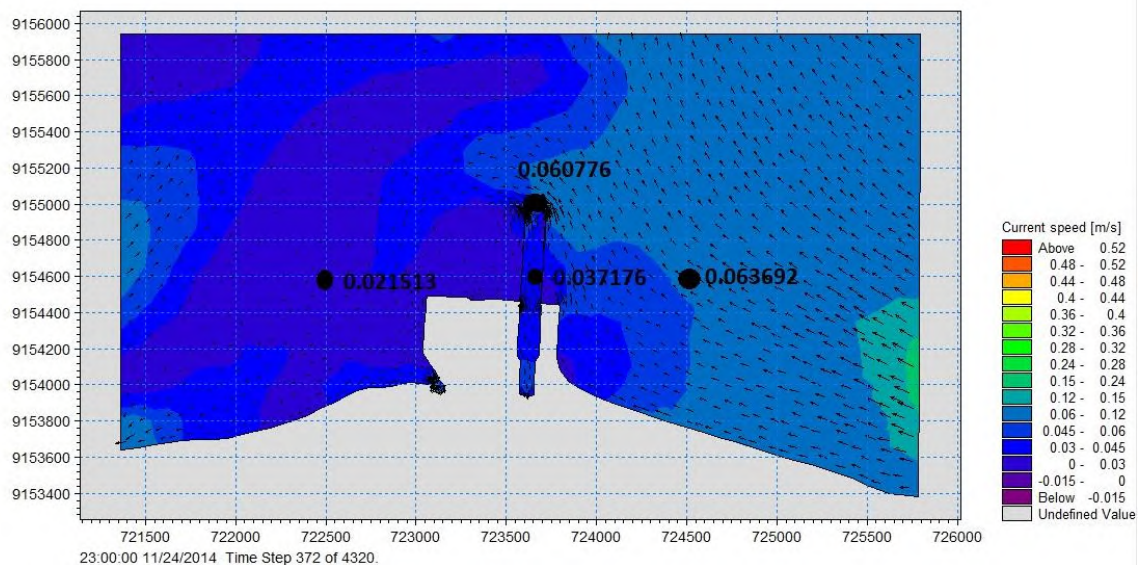
Gambar 4.15 Permodelan musim timur saat pasang



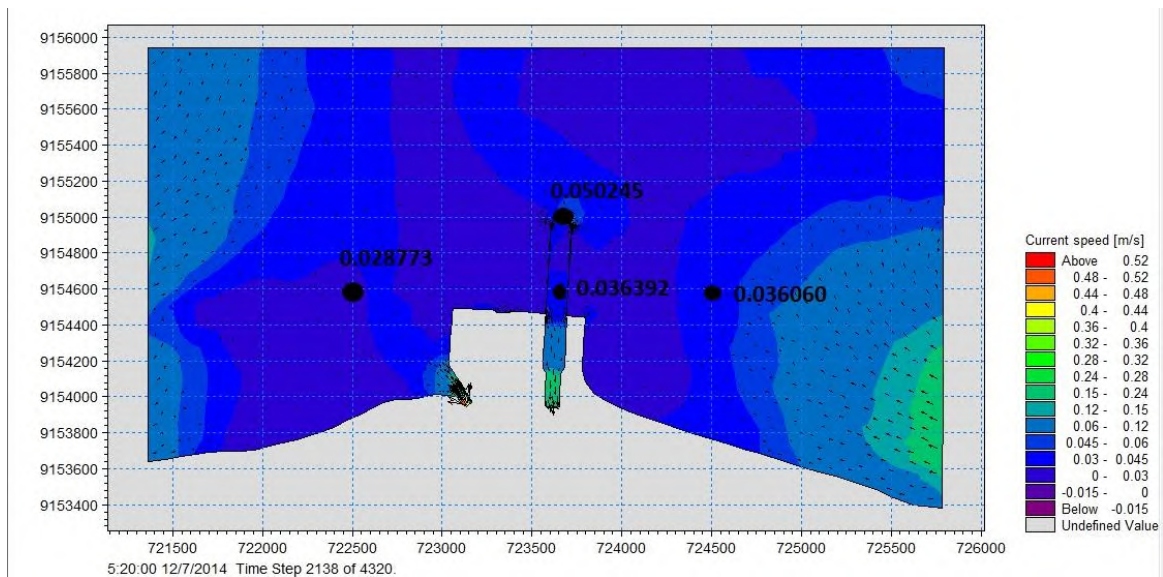
Gambar 4.16 Permodelan musim timur saat surut

Pada Gambar 4.15 dan 4.16 menunjukkan keadaan elevasi muka air pada saat pasang dan pada kondisi surut. Kondisi saat pasang tertinggi pada time step ke 1380 yaitu jam 23.00 pada tanggal 31-07-2014 dan saat surut terendah pada time step ke 1272 yaitu jam 5.00 pada tanggal 31-07-2014.

b. Model Kecepatan Arus Kondisi Pure Current

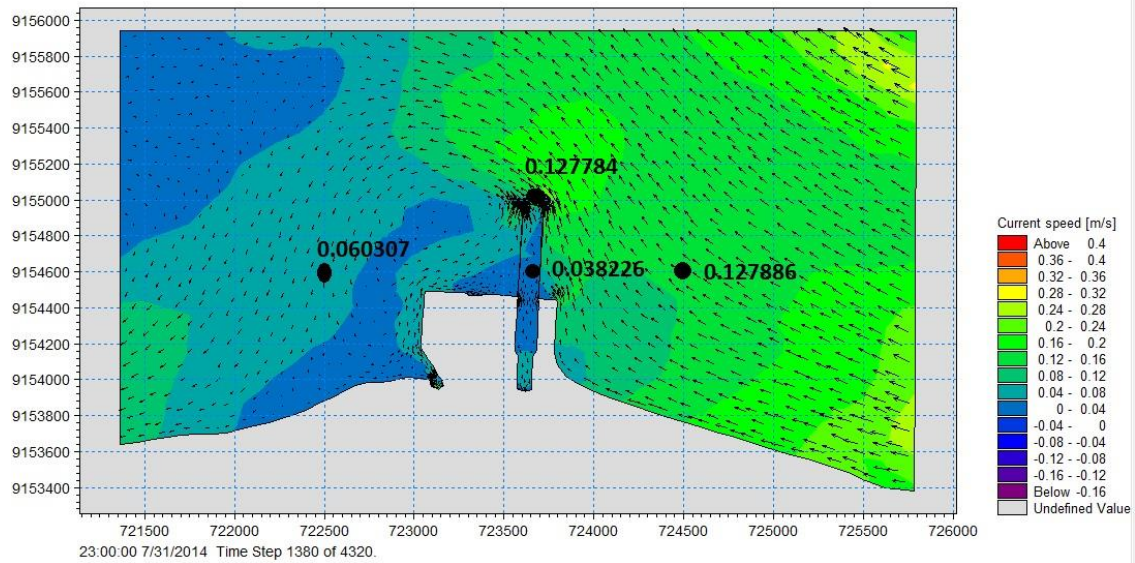


Gambar 4.17 Permodelan musim barat saat pasang

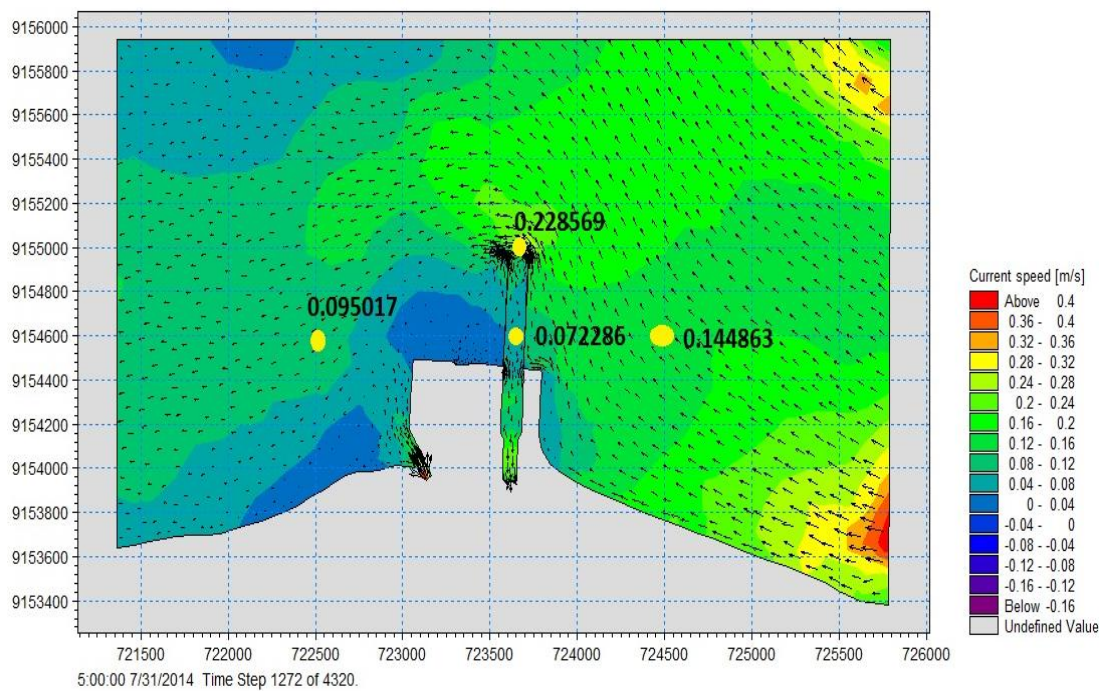


Gambar 4.18 Pemodelan musim barat saat surut

Pada gambar 4.17 dan 4.18 menunjukkan kecepatan arus dan pola arus model pure current musim barat saat kondisi pasang dan surut. Kondisi pasang tertinggi yaitu pada time step 372 jam 23.00 tanggal 24-11-2014 dan time step 213 jam 5.20 pada tanggal 7-12-2014.



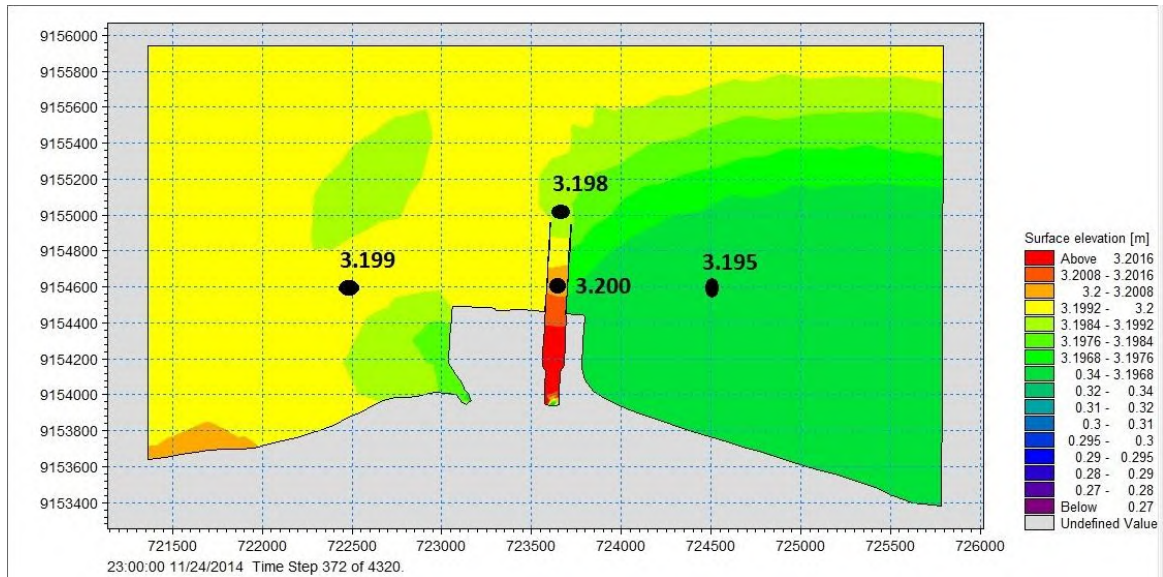
Gambar 4.19 Pemodelan musim timur saat pasang



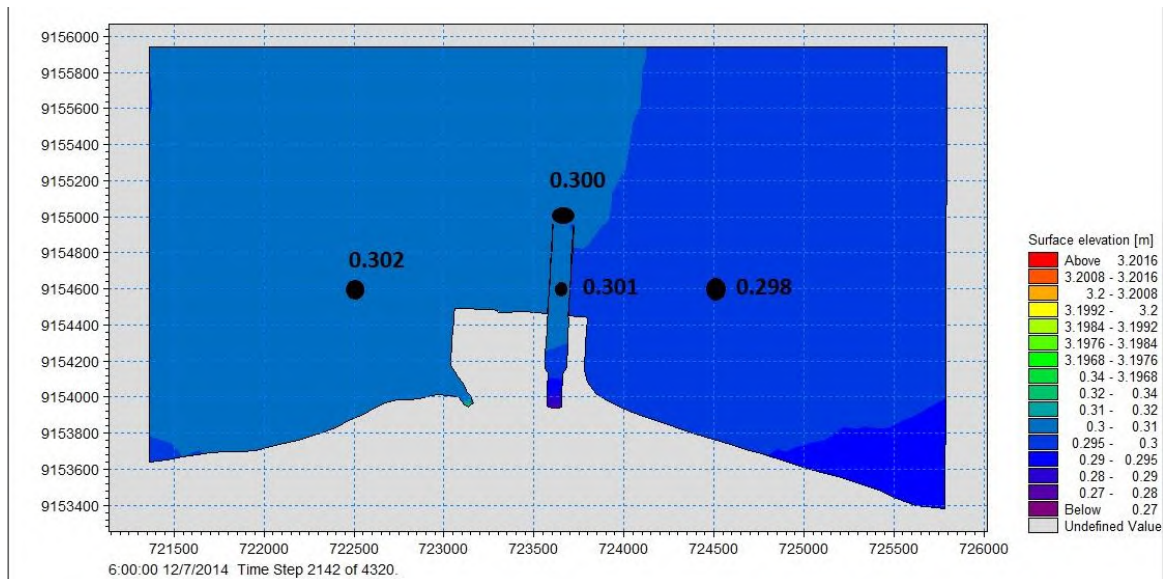
Gambar 4.20 Pemodelan musim timur saat surut

Pada gambar 4.19 dan 4.20 menunjukkan kecepatan arus dan pola arus model pure current musim barat saat kondisi pasang dan surut. Kondisi pasang tertinggi yaitu pada time step 1380 jam 23.00 tanggal 31-07-2014 dan time step 1272 jam 5.00 pada tanggal 31-07-2014.

c. Model Pasang Surut Kondisi Wave and Current

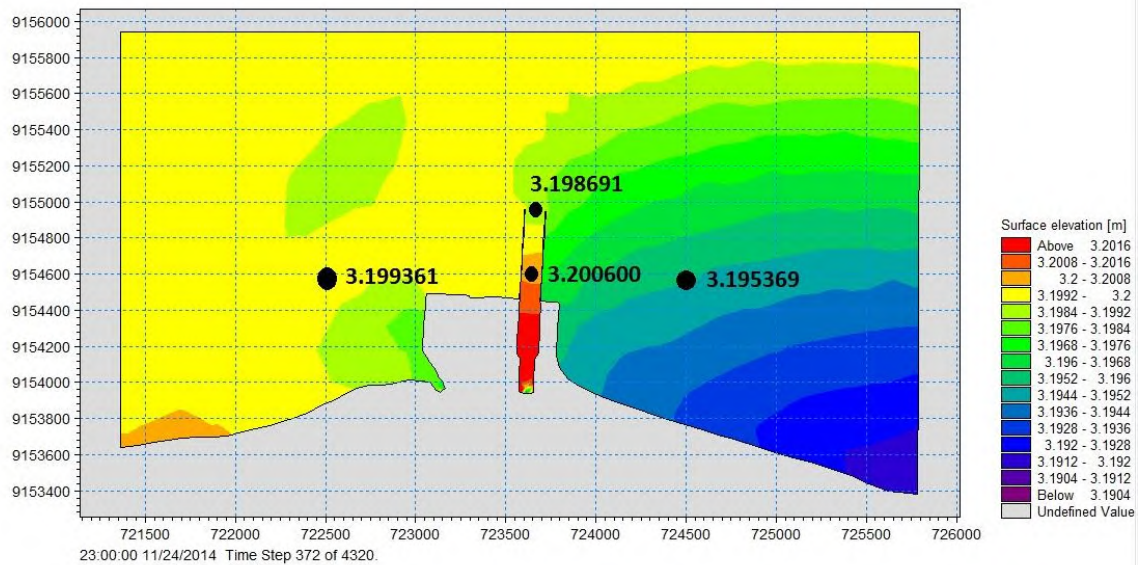


Gambar 4.21 Permodelan musim barat saat pasang

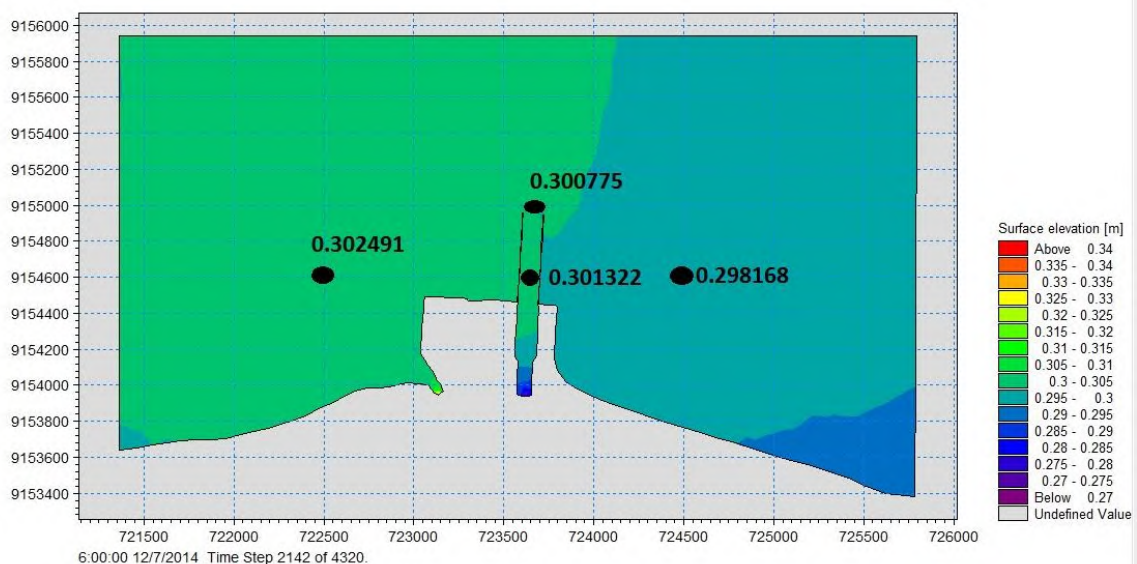


Gambar 4.22 Permodelan musim barat saat surut

Pada Gambar 4.13 dan 4.14 menunjukkan keadaan elevasi muka air pada saat pasang dan pada kondisi surut. Kondisi saat pasang tertinggi pada time step ke 372 yaitu jam 23.00 pada tanggal 24-11-2014 dan saat surut terendah pada time step ke 2142 yaitu jam 6.00 pada tanggal 7-12-2014.



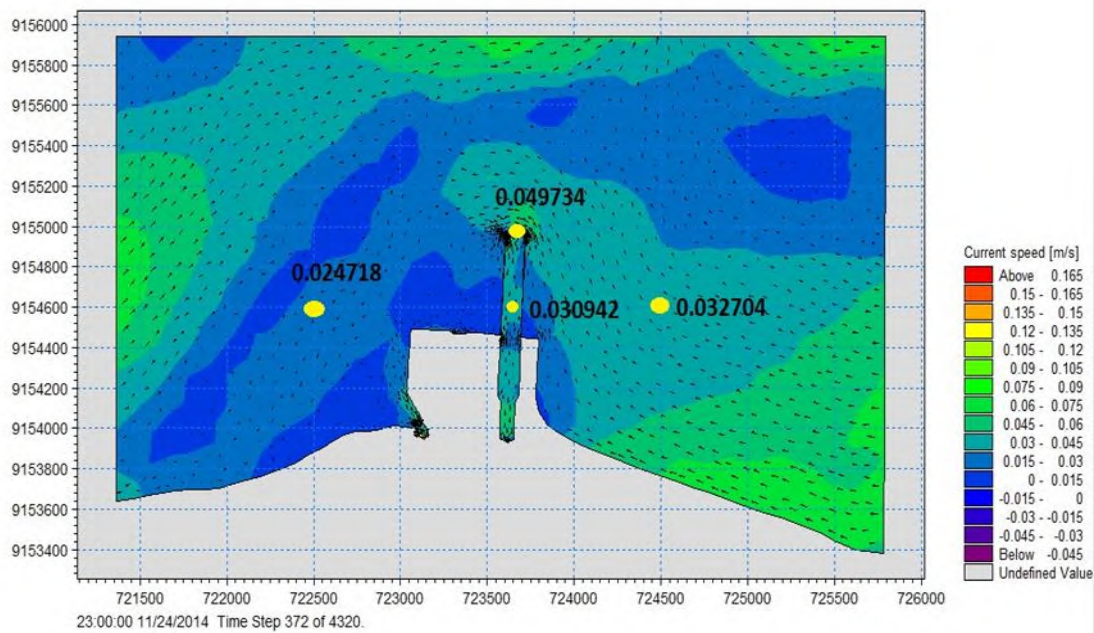
Gambar 4.23 Permodelan musim timur saat pasang



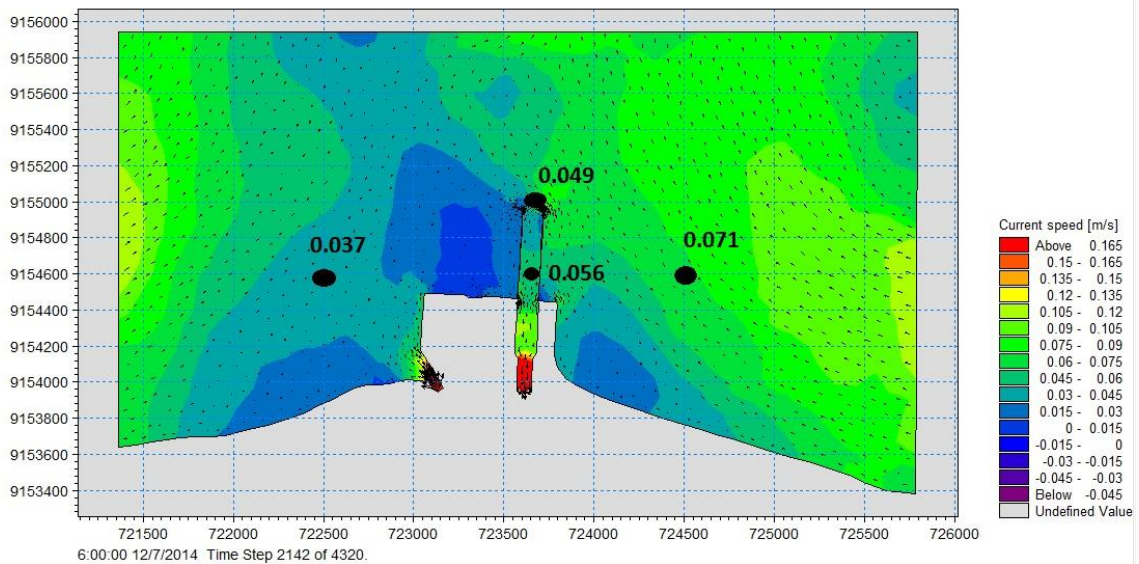
Gambar 4.24 Permodelan musim timur saat surut

Pada Gambar 4.23 dan 4.24 menunjukkan keadaan elevasi muka air pada saat pasang dan pada kondisi surut. Kondisi saat pasang tertinggi pada time step ke 1380 yaitu jam 23.00 pada tanggal 31-07-2014 dan saat surut terendah pada time step ke 1272 yaitu jam 6.00 pada tanggal 31-07-2014.

d. Model Kecepatan Arus Kondisi Wave and Current

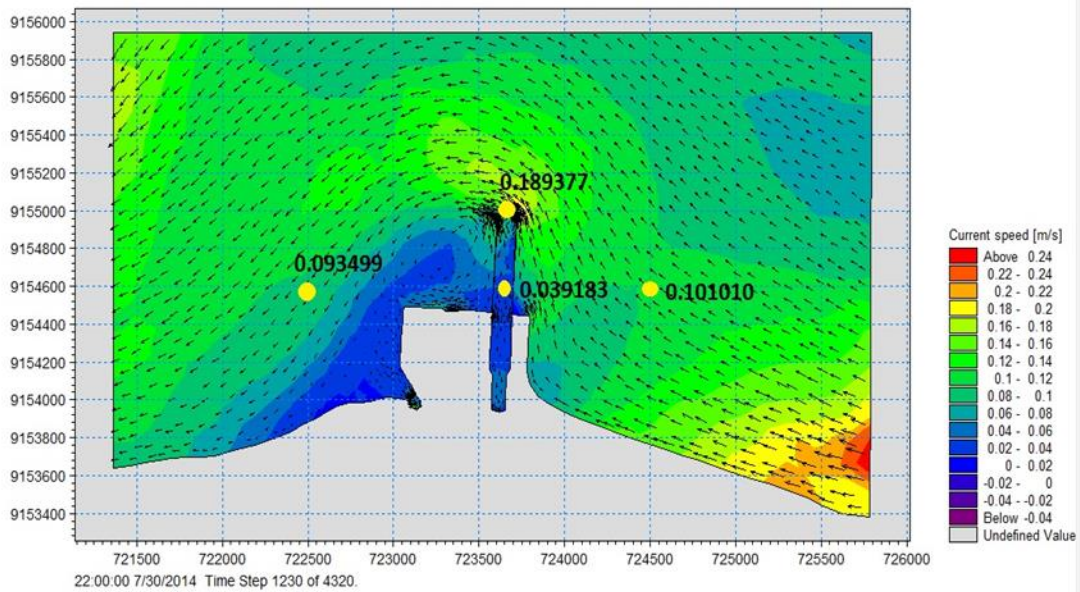


Gambar 4.25 Permodelan musim barat saat pasang

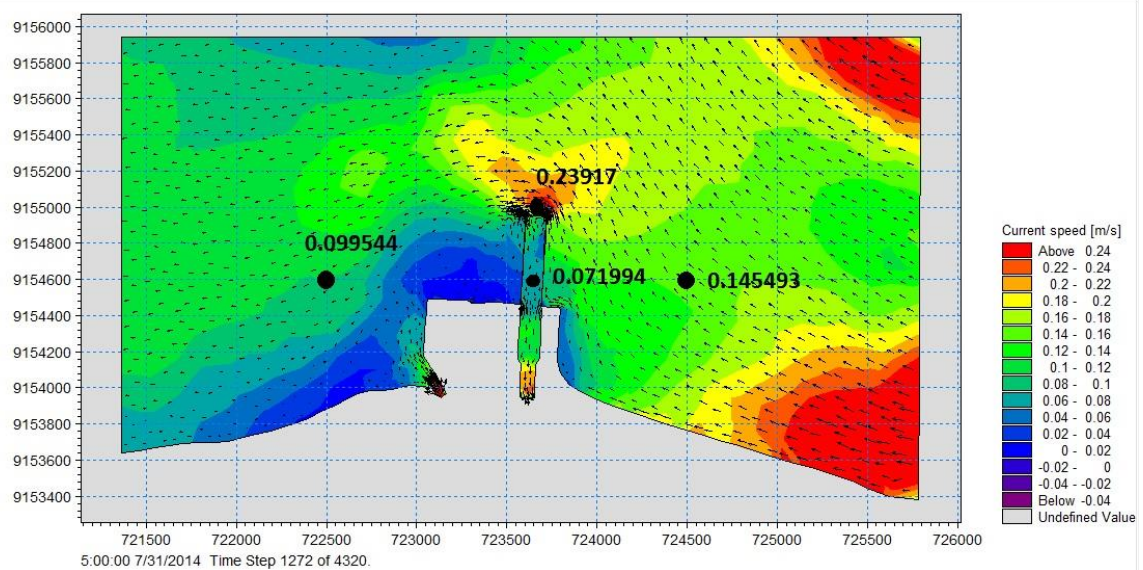


Gambar 4.26 Pemodelan musim barat saat surut

Pada gambar 4.25 dan 4.26 menunjukkan kecepatan arus dan pola arus model pure current musim barat saat kondisi pasang dan surut. Kondisi pasang tertinggi yaitu pada time step 372 jam 23.00 tanggal 24-11-2014 dan time step 2142 jam 6.00 pada tanggal 7-12-2014.



Gambar 4.27 Pemodelan musim timur saat pasang



Gambar 4.28 Pemodelan musim timur saat surut

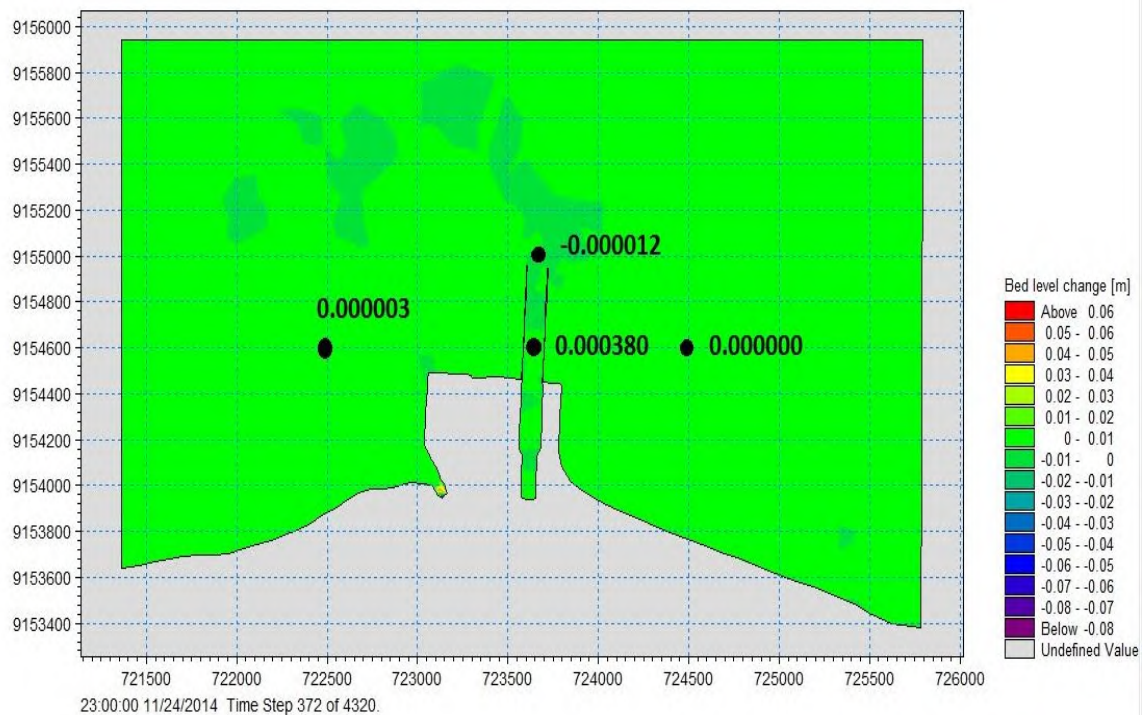
Pada gambar 4.27 dan 4.28 menunjukkan kecepatan arus dan pola arus model pure current musim barat saat kondisi pasang dan surut. Kondisi pasang tertinggi yaitu pada time step 1380 jam 23.00 tanggal 31-07-2014 dan time step 1272 jam 5.00 pada tanggal 31-07-2014.

Berdasarkan permodelan pasang surut dan kecepatan arus pada dua simulasi yaitu wave current (gelombang dan arus) dan pure current (arus murni), serta kedua musim yaitu musim barat dan musim timur terlihat bahwa pergerakan arus dominan ke arah barat daya, ini terlihat pada saat musim barat di dua simulasi. Arus yang menuju tenggara terhalang oleh arus yang berasal dari timur sehingga berbelok ke arah barat daya. Dari kondisi tersebut kemungkinan sedimen berasal dari arah timur lebih dominan daripada sedimen arah barat daya.

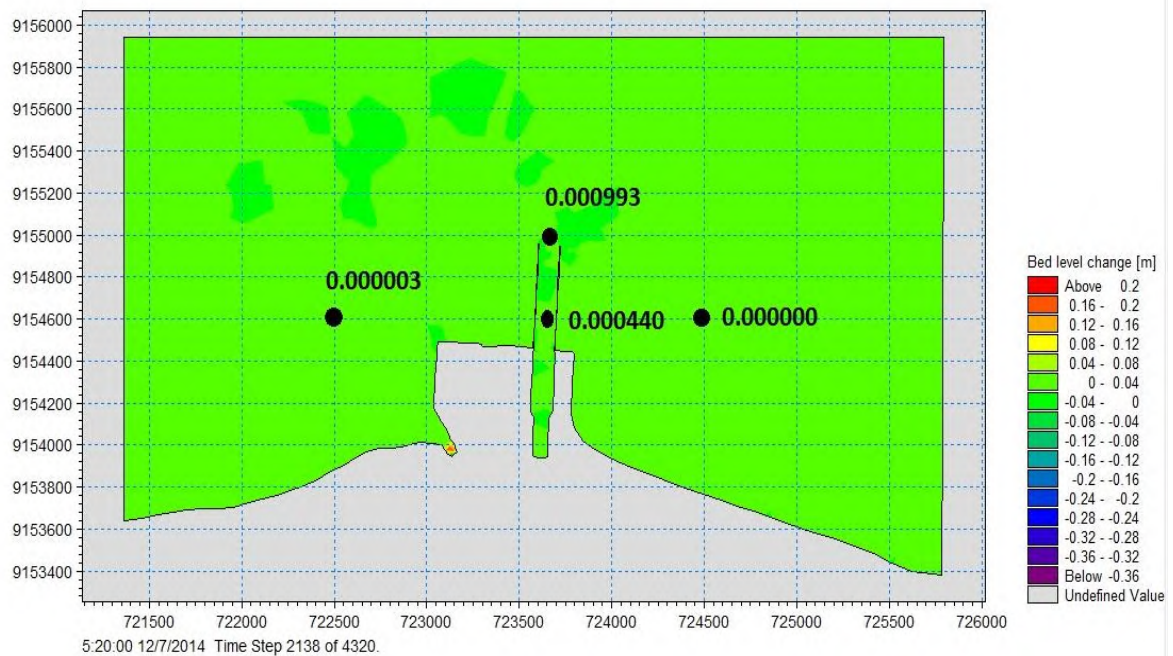
4.8 Model *Bed Level Change*

Untuk mengetahui perubahan profil pantai di sekitar kanal pada PLTGU Grati maka sangat penting untuk memodelkan *bed level change*. Model ini nantinya menginterpretasikan keadaan kedalaman di sekitar area *kanal water intake* PLTGU Grati. Dengan mengetahui hal tersebut, maka akan diketahui daerah mana yang terjadi sedimentasi maupun erosi. Dalam pemodelan *bed level change* ini memakai dua kondisi yaitu pure current dan wave current, serta dua musim yaitu musim barat dan musim timur dan *time step* yang digunakan yaitu kondisi saat menuju pasang, menuju surut, saat pasang dan saat surut. Pada plot hasil pemodelan *bed level change* diambil beberapa titik dan diberikan nilai untuk memperjelas kedalaman daerah tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat hasil pemodelan *bed level change* dibawah ini:

4.8.1 Model Bed Level Change Kondisi Pure Current

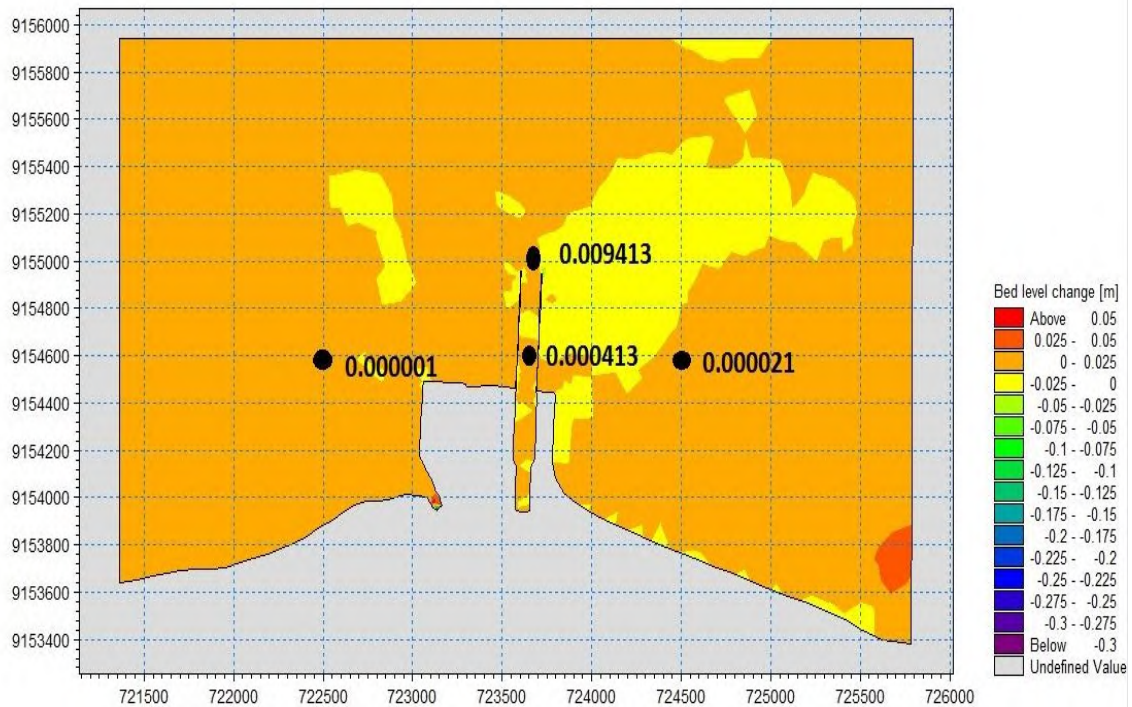


Gambar 4.29 Permodelan musim barat saat pasang

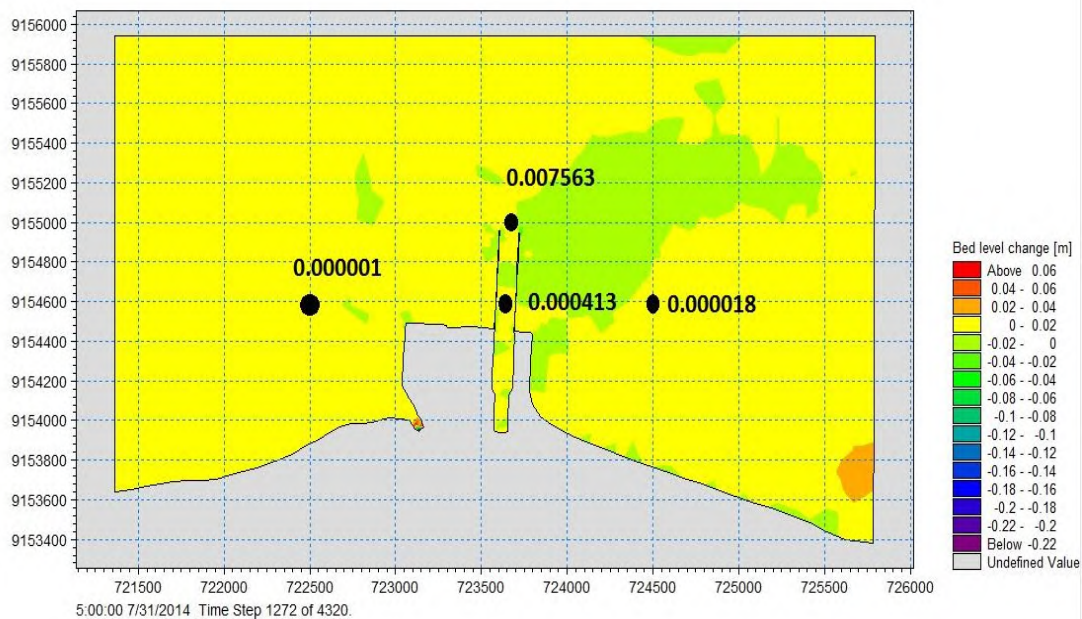


Gambar 4.30 Pemodelan musim barat saat surut

Pada gambar 4.29 dan 4.30 menunjukkan kondisi bed level change yang pada saat kondisi pasang dan surut musim barat, yaitu pada time step 372 dan time 2138, kondisi bed level change pada permodelan pure current, untuk indikator (–) maka terjadi erosi sedangkan untuk indikator (+) berarti daerah terjadinya sedimentasi.



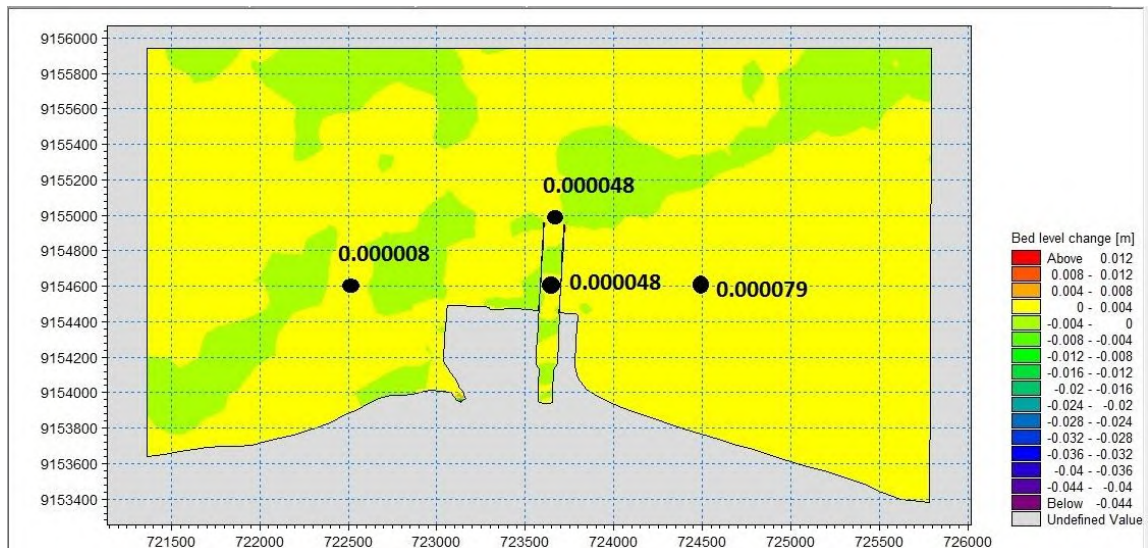
Gambar 4.31 Pemodelan musim timur saat pasang



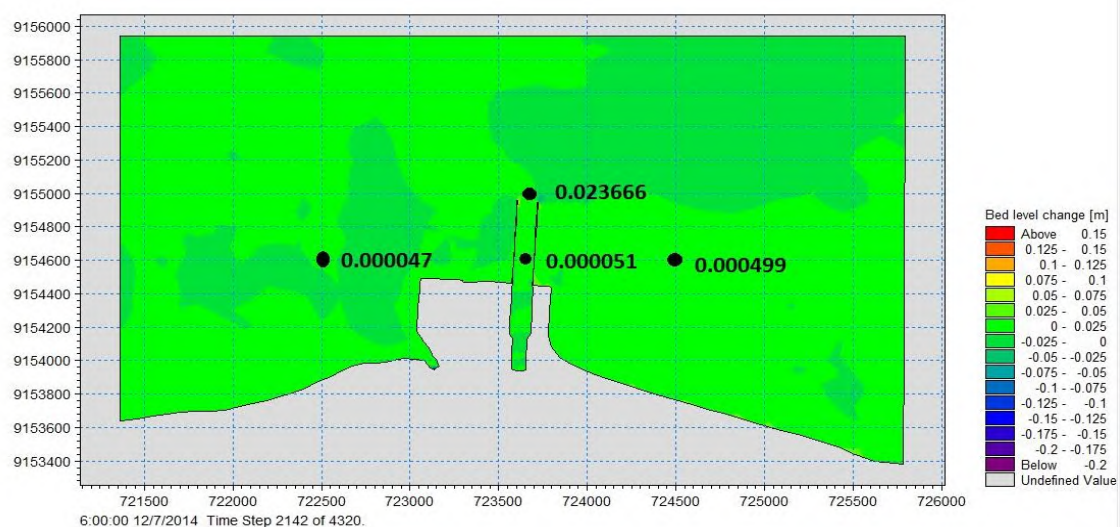
Gambar 4.32 Pemodelan musim timur saat surut

Pada gambar 4.31 dan 4.32 menunjukkan kondisi bed level change yang pada saat kondisi pasang dan surut musim timur, yaitu pada time step 1380 dan time 1272, kondisi bed level change pada permodelan pure current, untuk indikator (–) maka terjadi erosi sedangkan untuk indikator (+) berarti daerah terjadinya sedimentasi.

4.8.2 Model Bed Level Change Kondisi Wave and Current

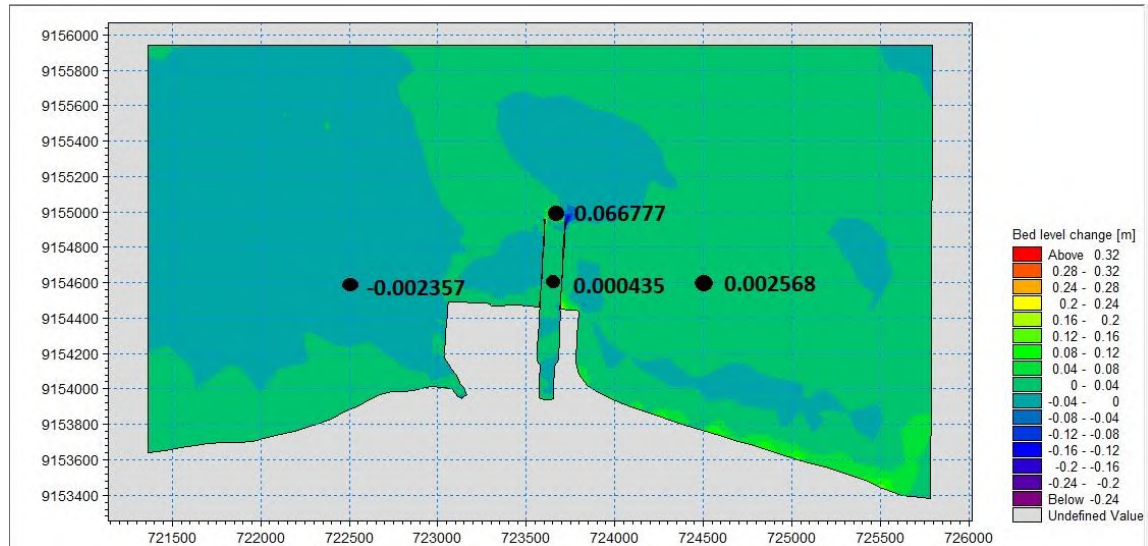


Gambar 4.33 Permodelan musim barat saat pasang

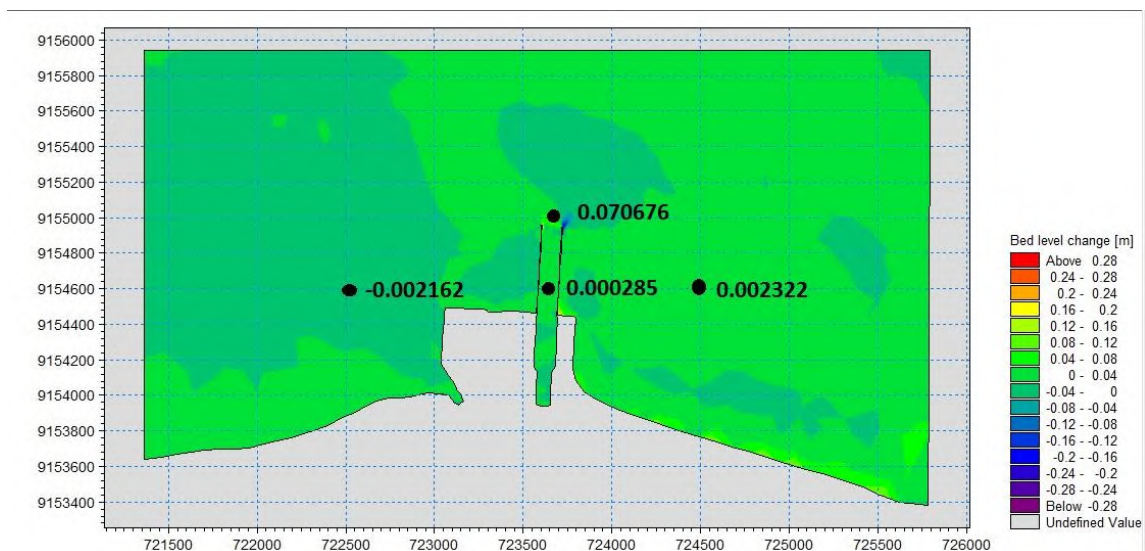


Gambar 4.34 Pemodelan musim barat saat surut

Pada gambar 4.33 dan 4.34 menunjukkan kondisi bed level change yang pada saat kondisi pasang dan surut musim barat, yaitu pada time step 372 dan time 2138, kondisi bed level change pada permodelan wave and current, untuk indikator (-) maka terjadi erosi sedangkan untuk indikator (+) berarti daerah terjadinya sedimentasi.



Gambar 4.35 Pemodelan musim timur saat pasang



Gambar 4.36 Pemodelan musim timur saat surut

Pada gambar 4.35 dan 4.36 menunjukkan kondisi bed level change yang pada saat kondisi pasang dan surut musim timur, yaitu pada time step 1380 dan time 1272, kondisi bed level change pada permodelan wave and current, untuk indikator (–) maka terjadi erosi sedangkan untuk indikator (+) berarti daerah terjadinya sedimentasi.

Perubahan profil dasar perairan dapat terjadi akibat adanya proses sedimentasi ataupun akibat pendangkalan. Faktor yang mempengaruhi proses sedimentasi ataupun pendangkalan tersebut diantaranya adalah pergerakan arus & gelombang serta pasang surut. Pada penelitian ini perubahan sedimen diamati berdasarkan perubahan profil dasar perairan (bed level change) yang terletak di wilayah dalam jetty kanal water intake. Pengamatan dilakukan dengan membandingkan perubahan profil dasar perairan setelah dilakukan beberapa simulasi pemodelan dengan berbagai kondisi tersebut diatas.

4.9 Volume Sedimentasi

Untuk mengetahui besarnya laju volume sedimentasi, dilakukan perhitungan volume sedimentasi dengan menggunakan software Surfer 12. Dalam pemodelan volume dengan menggunakan Surfer 12, digunakan data *bed level change* dari hasil pemodelan Mike 21 *sand transport* yang kemudian dimodelkan dengan metode integrasi volume *cut and fill* sehingga volume sedimen (*net volume*) dapat diketahui.

Tabel 4.3 Grid Volume Report Surfer12 Pure Current

Volume Report	Volume Musim Barat (m³)	Volume Musim Timur (m³)
Total Volume Method		
Trapezoidal Rule:	56.005	15.390
Simpson's Rule:	58.088	16.520
Simpson's 3/8 Rule:	60.769	20.390
Cut & Fill Volumes		
Positive Volume [Cut]:	75.049	70.631
Negative Volume [Fill]:	19.043	55.241
Net Volume [Cut-Fill]:	56.005	15.390

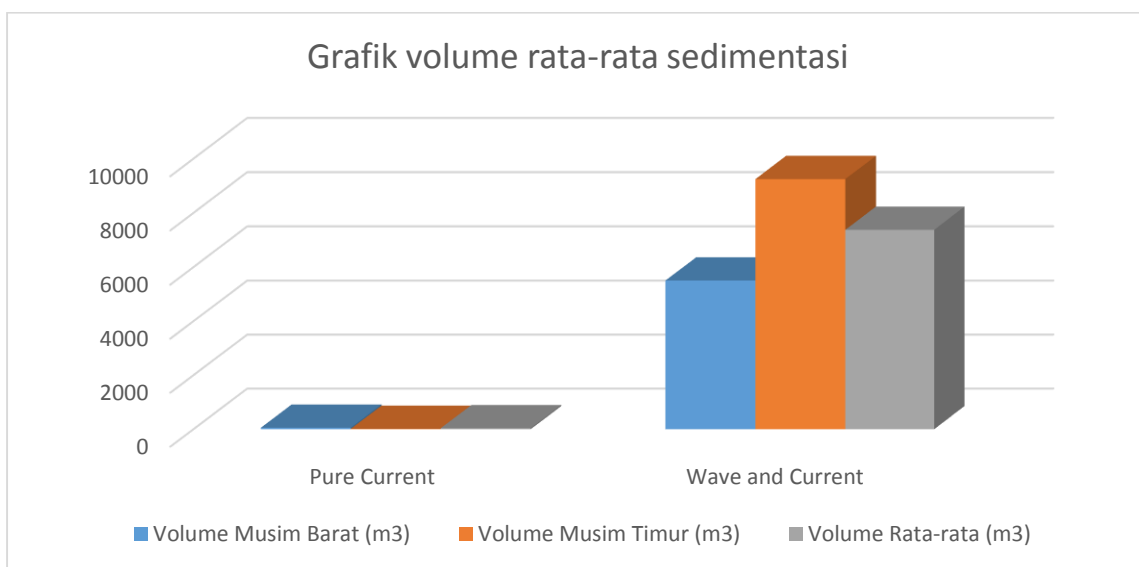
Tabel 4.4 Grid Volume Report Surfer12 Wave and Current

Volume Report	Volume Musim Barat (m³)	Volume Musim Timur (m³)
Total Volume Method		
Trapezoidal Rule:	5502.307729	9228.535721
Simpson's Rule:	5501.325091	9219.070865
Simpson's 3/8 Rule:	5496.5515	9193.784561
Cut & Fill Volumes		
Positive Volume [Cut]:	5505.137182	9246.499475
Negative Volume [Fill]:	0	0
Net Volume [Cut-Fill]:	5505.137182	9246.499475

Perbedaan layout jetty kanal ternyata mempengaruhi kondisi profil dasar perairan yang mengakibatkan adanya perbedaan profil batimetri dari beberapa layout jetty yang telah diberikan. Indikasi perubahan profil batimetri ini adalah karena adanya perubahan sedimentasi akibat pergerakan arus dan gelombang. Dalam kurun waktu 30 hari dapat dilihat apabila di beberapa titik didalam kanal water intake baik dalam kondisi pure current maupun wave and current terjadi perubahan *bed level change*

Tabel 4.5 Rata-rata Volume Sedimentasi

	Volume Musim Barat (m ³)	Volume Musim Timur (m ³)	Volume Rata-rata (m ³)
Pure Current	56.005	15.390	35.698
Wave and Current	5505.137	9246.499	7375.818



Gambar 4.37 Grafik Volume Rata-rata Sedimentasi

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui apabila volume sedimen selama 30 hari pada musim timur pada kondisi pure current dan wave current berturut-turut adalah sebesar 15.390 m^3 dan 9246.499 m^3 , sedangkan pada musim barat berturut-turut adalah 56.005 m^3 dan 5505.137 m^3 . Dari perolehan perhitungan sedimen selama 30 hari di musim timur dan musim barat kemudian dicari rata-ratanya. Perhitungan akumulasi volume rata-rata sedimentasi yang terjadi di dalam jetty kanal water intake kondisi pure current dan wave current sebesar 35.698 m^3 dan 7375.818 m^3 .

Berdasarkan permodelan diatas apabila diamati, volume sedimen yang terjadi pada musim timur memiliki kecenderungan lebih besar daripada volume sedimen yang terjadi pada musim barat. Hal ini disebabkan karena arus dan gelombang yang terjadi pada musim timur cenderung lebih besar daripada arus yang terjadi pada musim barat.

LAMPIRAN I

LOKASI STUDI

1. Lokasi Studi (sumber: www.google.co.id/maps)

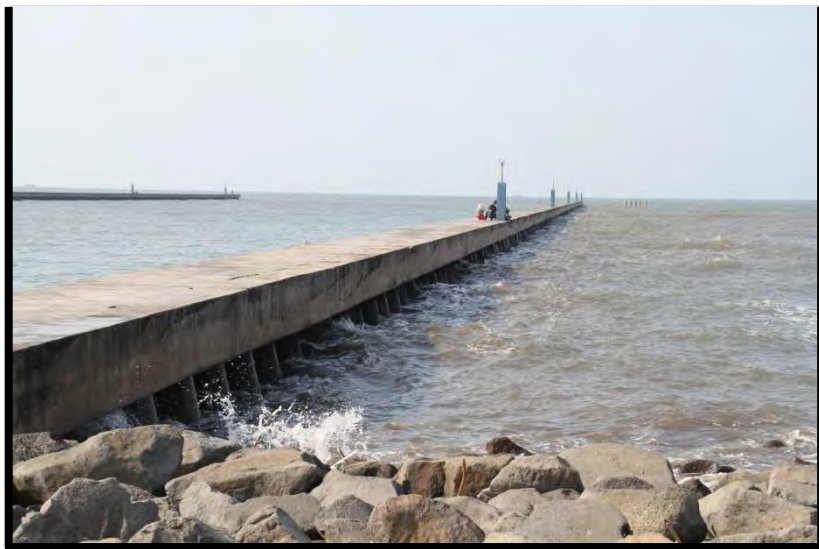
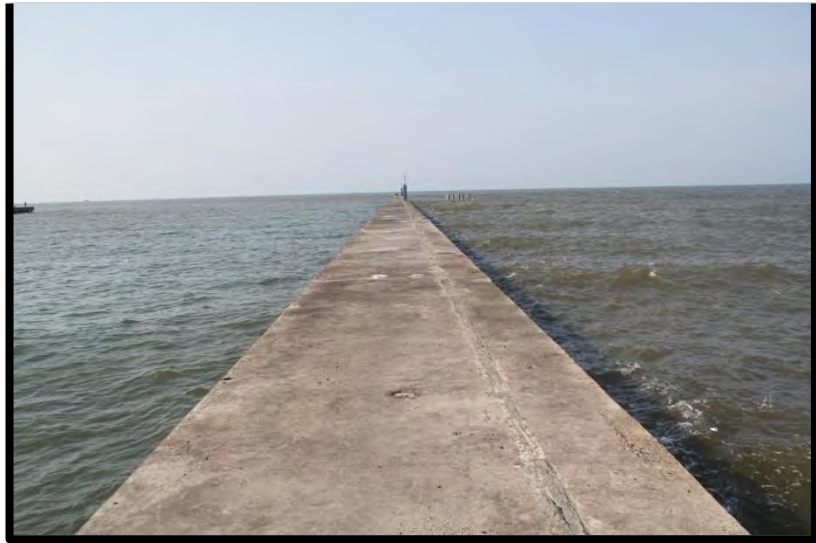


2. Kondisi Lapangan

a. Tanggul *Water Intake*



b. Jetty Kanal

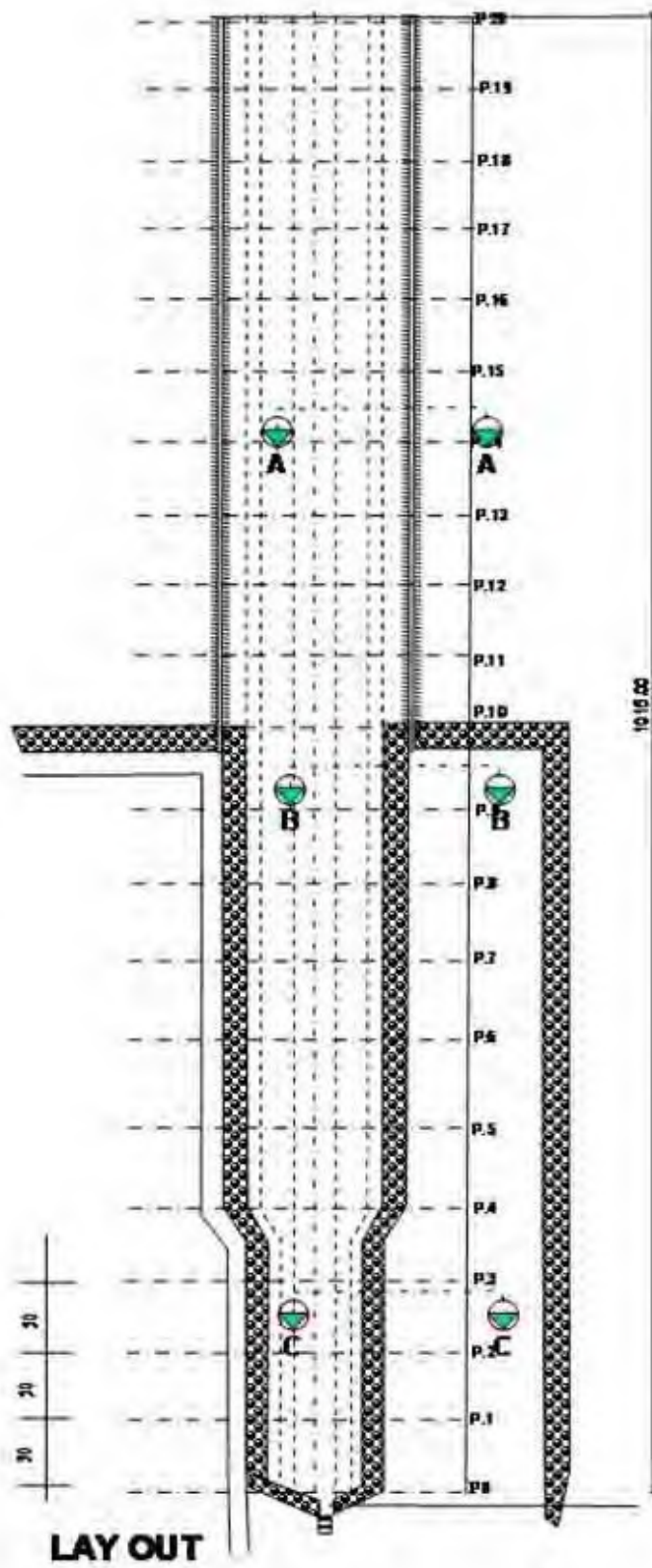




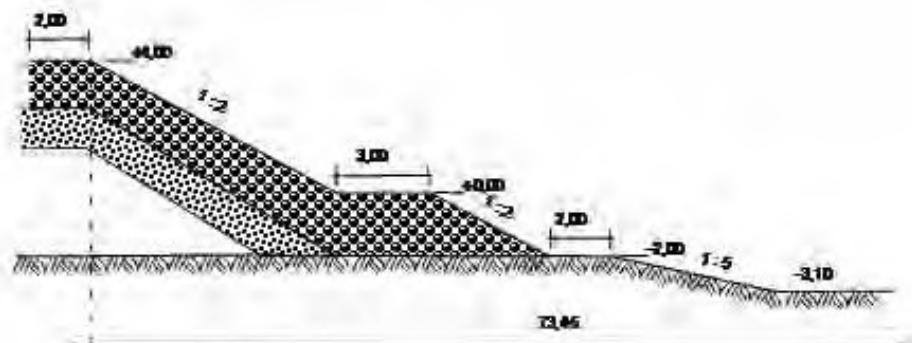
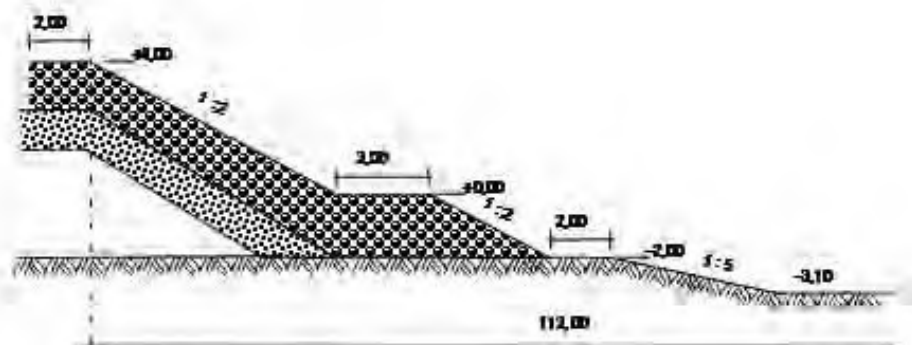
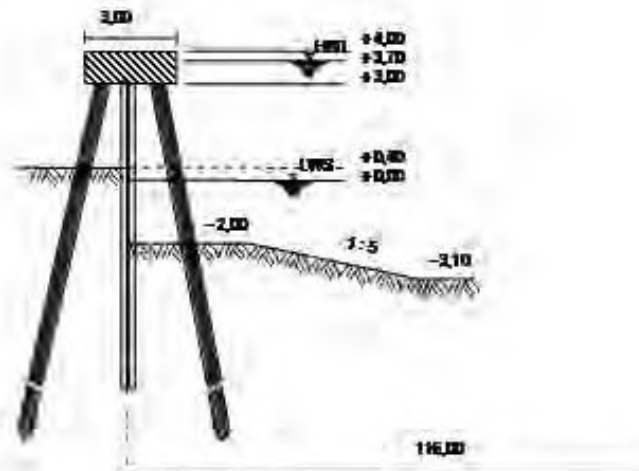
c. Tampak Depan Sisi Kanal



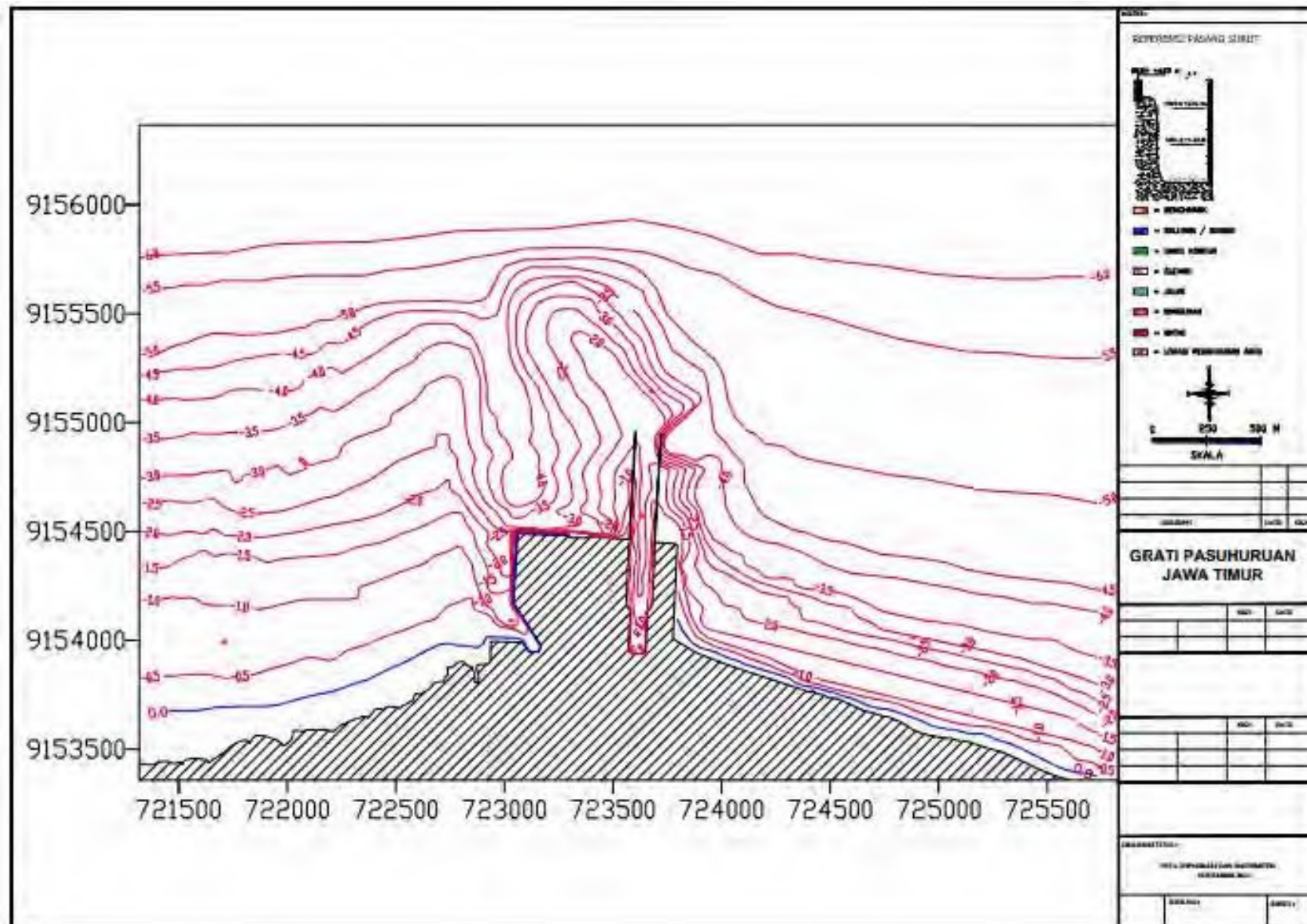
Tampak Atas



b. Tampak Samping



4. Kontur Batimetri

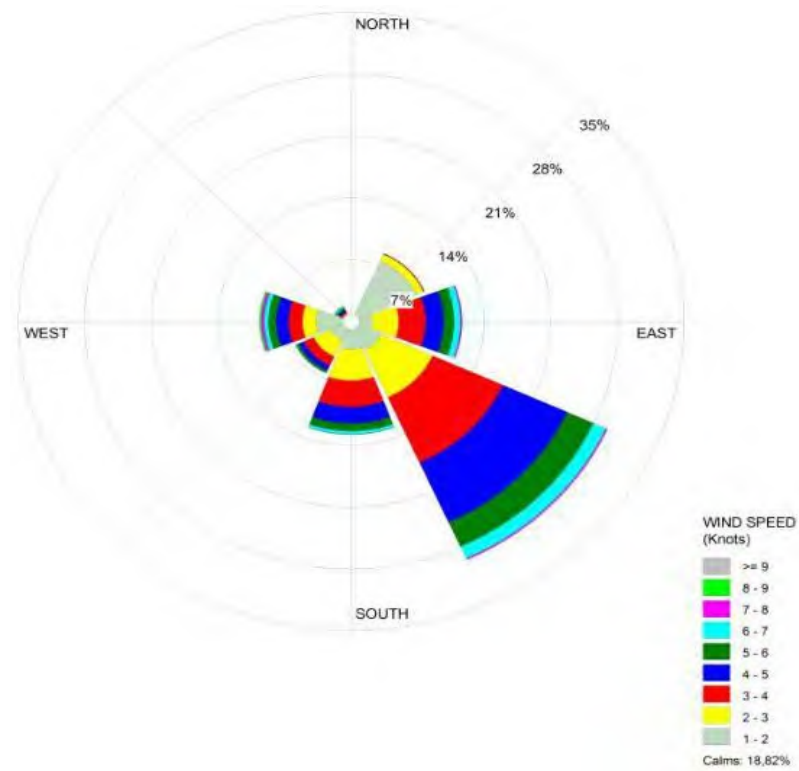


LAMPIRAN II

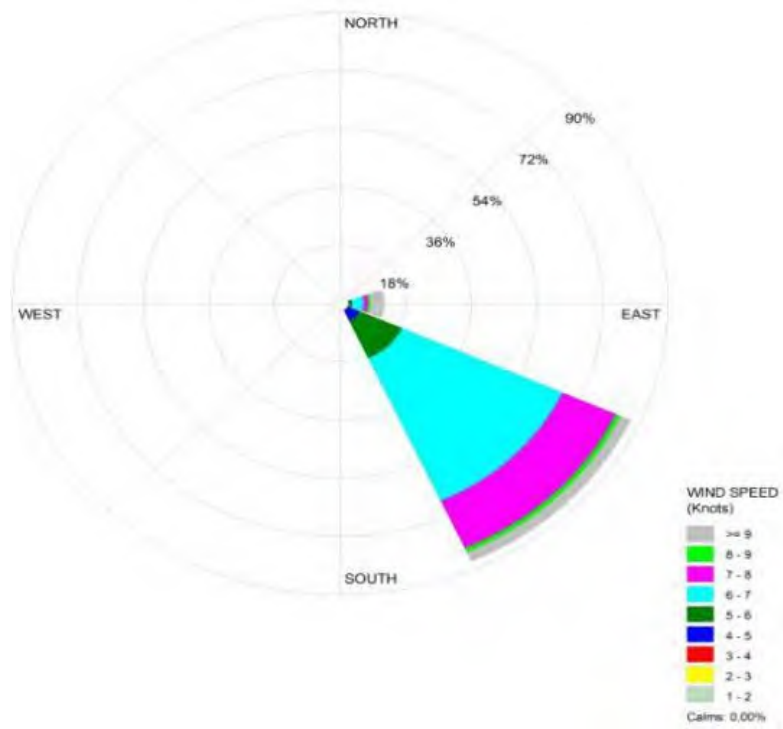
DATA ANGIN & ARUS

1. Data Angin (*Windrose*)

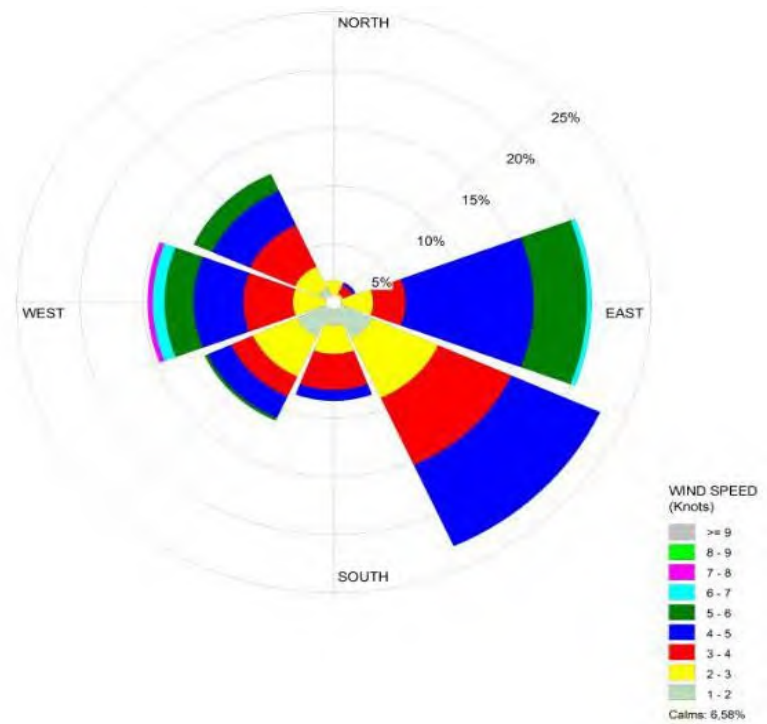
a. Diagram Angin 10 Tahun (2004-2014)



b. Diagram Angin Juli 2004 - Agustus 2014



c. Diagram Angin Nopember 2014 - Desember 2014



2. Data Arus (Cuplikan Data Pengukuran Arus di Open Canal)

No	Measure date	Time	Depth	Velocity (cm/sec)	Direction (deg)
1	25/11/2014	8:00	0.2d	24.77	273.06
		8:00	0.6d	23.62	273.09
		8:00	0.8d	22.68	273.07
2	25/11/2014	9:00	0.2d	22.04	273.18
		9:00	0.6d	22.21	273.17
		9:00	0.8d	21.49	273.16
3	25/11/2014	10:00	0.2d	18.19	273.25
		10:00	0.6d	17.61	273.27
		10:00	0.8d	17.51	273.21
4	25/11/2014	11:00	0.2d	19.67	273.25
		11:00	0.6d	19.53	273.22
		11:00	0.8d	19.33	273.26
5	25/11/2014	12:00	0.2d	15.40	273.31
		12:00	0.6d	14.78	273.31
		12:00	0.8d	14.48	273.31

6	25/11/2014	13:00	0.2d	12.88	273.41
		13:00	0.6d	12.29	273.46
		13:00	0.8d	13.25	273.41

LAMPIRAN III

HASIL PERHITUNGAN

VOLUME SEDIMEN

1. Jetty Eksisting Musim Timur

Grid Volume Computations

Thu Dec 17 09:56:27 2015

Upper Surface

Grid File Name: D:\AA SMT 7\FINAL
PROJECT\P3\SURFER\Eksisting Timur\Coba_1 Eksisting Timur
xyz.grd

Grid Size:	100 rows x 15 columns
X Maximum:	723714.8334
X Spacing:	9.91964999999962
Y Minimum:	9153945.666
Y Maximum:	9154950
Y Spacing:	10.144787878795
Z Minimum:	-0.55190038102147
Z Maximum:	1.6390423277325

Lower Surface

Level Surface defined by $Z = 0$

Volumes

Z Scale Factor:

Total Volumes by:

Simpson's Rule:	9219.07086519
Simpson's 3/8 Rule:	9193.78456135

53

Cut & Fill Volumes

Negative Volume [Fill]:	0
Net Volume [Cut-Fill]:	9246.49947482

53

Areas

Planar Areas

Positive Planar Area [Cut]: 139476.98468345
Negative Planar Area [Fill]: 0
Blanked Planar Area: 0
Total Planar Area: 139476.98468345

Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]: 139476.98468345
Negative Surface Area [Fill]: 0

Grid Volume Computations

Thu Dec 17 09:56:03 2015

Upper Surface

PROJECT\PROJ\SURFER\Eksisting Barat\Coba 1.grd

Grid Size:	100 rows x 15
X Minimum:	723714.8334
X Spacing:	9.91964999999962
Y Minimum:	9154950.0000
Y Spacing:	10.144787878795
Z Maximum:	0.27087374572685

Lower Surface

Level Surface defined by $Z = 0$

Volumes

Z Scale Factor: 1

Total Volumes by:	
Simpson's Rule:	5501.325090705
Simpson's 3/8 Rule:	5496.551499964
	5

Cut & Fill Volumes

Negative Volume [Fill]: 0
Net Volume [Cut-Fill]: 5505.137182212
1

Areas**Planar Areas**

Positive Planar Area [Cut]: 139476.98468345
Negative Planar Area [Fill]: 0
Blanked Planar Area: 0
Total Planar Area: 139476.98468345

Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]: 139476.98468345
Negative Surface Area [Fill]: 0

Grid Volume Computations

Thu Jun 30 19:47:56 2016

Upper Surface

Grid File Name: D:\Hasil Tugas akhir\Excel Revisian\Pure Current Barat\Pure Current
Siap Surfer Barat.grd

Grid Size: 100 rows x 15 columns

X Minimum: 723575.9583

X Maximum: 723714.8334

X Spacing: 9.91964999999962

Y Minimum: 9153945.666

Y Maximum: 9154950

Y Spacing: 10.144787878795

Z Minimum: -0.016586292935473

Z Maximum: 0.068512313801804

Lower Surface

Level Surface defined by $Z = 0$

Volumes

Z Scale Factor: 1

Total Volumes by:

Trapezoidal Rule: 56.005969612252

Simpson's Rule: 58.088818594481

Simpson's 3/8 Rule: 60.769749733334

Cut & Fill Volumes

Positive Volume [Cut]: 75.049153553521

Negative Volume [Fill]: 19.043183941269

Net Volume [Cut-Fill]: 56.005969612252

Areas

Planar Areas

Positive Planar Area [Cut]: 59561.697649155

Negative Planar Area [Fill]: 25472.97194501

Blanked Planar Area: 54442.315089282

Total Planar Area: 139476.98468345

Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]:	59561.702039555
Negative Surface Area [Fill]:	25472.972615424

Grid Volume Computations

Fri Jul 01 07:32:12 2016

Upper Surface

Grid File Name: D:\Hasil Tugas akhir\Excel Revisian\Pure Current Timur\Pure Current Timur Siap Surfer.grd

Grid Size: 100 rows x 15 columns

X Minimum: 723575.9583

X Maximum: 723714.8334

X Spacing: 9.91964999999962

Y Minimum: 9153945.666

Y Maximum: 9154950

Y Spacing: 10.144787878795

Z Minimum: -0.067603874228566

Z Maximum: 0.04570834271343

Lower Surface

Level Surface defined by $Z = 0$

Volumes

Z Scale Factor: 1

Total Volumes by:

Trapezoidal Rule: 15.390047925186

Simpson's Rule: 16.5207474867

Simpson's 3/8 Rule: 20.390377545433

Cut & Fill Volumes

Positive Volume [Cut]: 70.631279990853

Negative Volume [Fill]: 55.241232065667

Net Volume [Cut-Fill]: 15.390047925186

Areas

Planar Areas

Positive Planar Area [Cut]: 61272.987979241

Negative Planar Area [Fill]: 23761.681614925

Blanked Planar Area: 54442.315089282

Total Planar Area: 139476.98468345

Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]:	61272.990619721
Negative Surface Area [Fill]:	23761.688670492

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tugas akhir ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Akumulasi volume sedimentasi yang terjadi pada kanal *water intake* PLTGU Grati yang dipengaruhi oleh pure current sebesar 35.698 m^3 .
2. Akumulasi volume sedimentasi yang terjadi pada kanal *water intake* PLTGU Grati yang dipengaruhi oleh wave current sebesar 7375.81 m^3 .

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya keakuratan data baik ketika survey maupun saat pengolahan data sehingga diperoleh hasil yang lebih akurat dan sesuai dengan kondisi lapangan pada umumnya.
2. Perlu studi tentang analisis kondisi kanal secara keseluruhan yang dimulai dari tanggul sampai jetty perlu dilakukan sehingga diperoleh informasi yang lebih akurat.
3. Variasi model pada bangunan jetty perlu dibahas lebih lanjut untuk mengatasi sedimen yang masuk kedalam kanal.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyadi, Dony E. 2009. **Analisis Sedimentasi Akibat Reklamasi di Teluk Lamong**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan ITS. Surabaya.
- Damerianne, H. A., Suntoyo, M. Zikra. 2013. *Analisis Laju Sedimentasi di Kanal Cooling Intake PLTGU Gati (PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan Perak-Grati)*. **Jurnal Seminar Teknologi dan Aplikasi Teknologi Kelautan (Senta) 2013**. Surabaya.
- Mc.Anally, William H., Julia F. Haydel, Gaurav Savant. 2004. **Port Sedimentation Solutions for the Tennessee-Tombigbee Waterway in Mississippi**. Missisipi.
- Pratikto, Widi Agus, Haryo Dwito Armono, Suntoyo. 1996. **Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut**. BPFE. Yogyakarta.
- Priyantoro, D., Aniek Masrevaniah, Seto Sugianto. 2012. *Sedimentation Evaluation at Water Intake Gate of Grati PLTGU Jetty Blockade*. **International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Vol. 2, Issue 12 (2012)**. Malang
- Putra AS. 2010. **Proses Sedimentasi di Muara Sungai Batang Arau, Kota Padang**. Pekanbaru: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau.
- Ramming, H.G. dan Kowalik Z. 1980 **Numerical Modelling of Marine Hydrodynamics Applications to Dynamic Physical Processes**. Elsevier Scientific Publishing Company, New York
- Ronggodigdo, S. 2011. *Kajian Sedimentasi Serta Hubungannya Terhadap Pendangkalan di Muara Sungai Belawan*. **Jurnal Tugas Akhir Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik USU**. Medan.

Stiady D dan Fatuhrachaman A. 2007. *Proses Sedimentasi Sungai Kalijaga dan Sungai Sukalila di Perairan Cirebon*. **Jurnal Geologi Kelautan** 5:37-43.

Sudardjat, C., M. Syahril B.K., Hadi K. 2012. *Kajian Sedimentasi di Sekitar Muara Sungai Wanggu Teluk Kendari Sulawesi Tenggara*. **Jurnal Thesis Magister Pengelolaan Sumber Daya Air, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB**. Bandung.

Triatmodjo, B. 1999. **Teknik Pantai**. Beta Offset. Yogyakarta.

Van Rijn, L. C. 1990. **Principles of Fluids Flow and Surfaces Waves in Rivers, Estuaries, Seas, and Ocean**. Aqua Publication. Netherland.

Van Rijn, L.C. 1993. **Principle of Sediment Transport in Rivers, Estuaries, Coastal Seas and Oceans**. IHE Lecture Notes. Netherland.

BIODATA PENULIS



Domas wiladatu praditya lahir di Blora, 20 Juli 1991. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara yang lahir dan dibesarkan di Sidoarjo, Jawa Timur. Oleh sebab itu, sebelum menempuh jenjang pendidikan tingkat sarjana, penulis menyelesaikan pendidikan wajib 12 tahun di Sidoarjo, Jawa Timur. Penulis menyelesaikan pendidikan tingkat SMA di SMA Negeri 1 Gedangan pada Tahun 2009, dan pada tahun sama penulis melanjutkan pendidikan tingkat sarjana di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS Surabaya.

Di Jurusan Teknik Kelautan inilah, penulis menyelesaikan masa pendidikan strata satu dalam kurun waktu 14 semester dengan mengambil Bidang Keahlian Rekayasa Pantai. Penulis aktif mengikuti berbagai pelatihan dan seminar, terutama yang berhubungan dengan lingkup bidang teknologi kelautan. Penulis juga aktif di organisasi himpunan, kepanitiaan tingkat jurusan dan kepanitiaan tingkat institut. Kontak dengan penulis dapat dilakukan di domaswp@gmail.com.